

**SECTEI**  
**TRANSFORMA**

2019

SEMANA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA  
EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN



# LIBRO DE MEMORIAS

VI CONGRESO INTERNACIONAL  
DE LA CIENCIA TECNOLOGÍA  
EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN

## COMPILADORES

Ing. Luis Flores Mancheno, PhD.  
Ing. Hugo Moreno Avilés, PhD.  
Lic. Blanca Naula E, MsC.  
Lic. Marco Cárdenas V.  
Ing. Edinson Palacios



 DIRECCIÓN DE  
PUBLICACIONES

ISBN: 978-9942-801-07-4



ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO



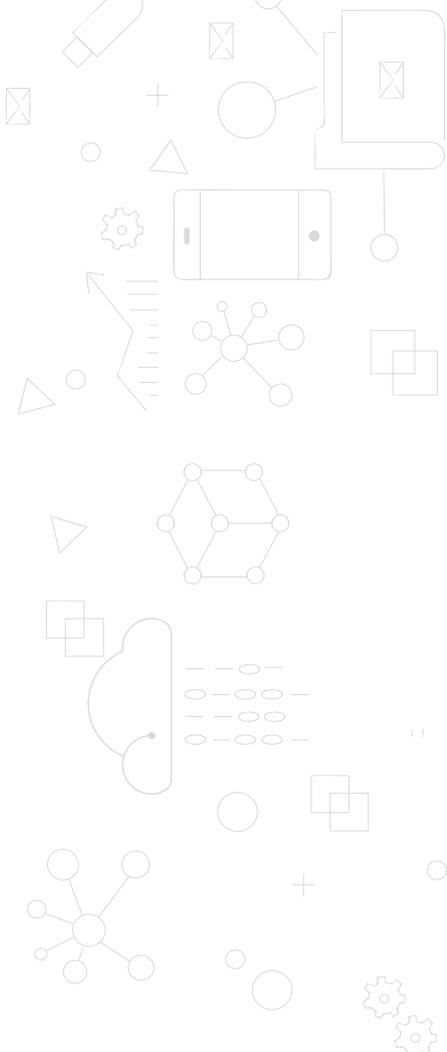
RIOBAMBA  
GAD MUNICIPAL

**Unach**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

*en movimiento*

## COMITÉ ORGANIZADOR



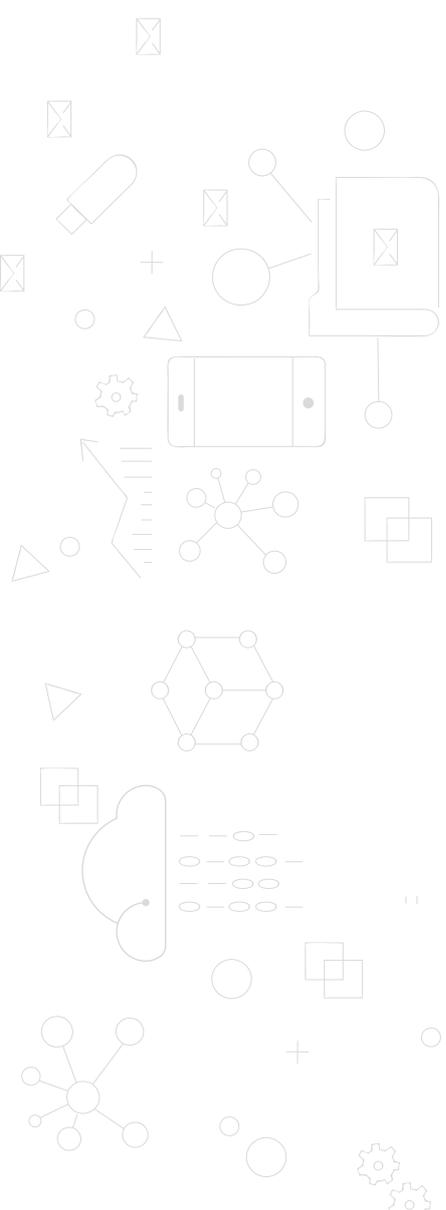
Ing. Luis Flores Mancheno , PhD.  
**Director de Publicaciones**  
**ESPOCH**

Lcda. Margarita Pomboza Floril, PhD.  
**Directora de Investigación**  
**UNACH**

Lic. Blanca Naula E, MsC.  
**Coordinadora Congreso Internacional**  
**SECTEI 2019 - ESPOCH**

Ing. Edinson Palacios  
**Coordinador Congreso Internacional**  
**SECTEI 2019 - UNACH**

## COMITÉ EDITORIAL



Lic. Blanca Naula E, MsC.  
**Coordinadora Congreso Internacional**  
**SECTEI 2019 - ESPOCH**

Ing. Edinson Palacios  
**Coordinador Congreso Internacional**  
**SECTEI 2019 - UNACH**

Lic. Marco Cárdenas  
**Coordinador**  
**Diseño y Diagramación**

Lic. Janneth Villagran  
**Coordinadora de Comunicaciones**

Ing. Alex Erazo  
**Coordinador Web - Multimedia**



## COMITÉ CIENTÍFICO

Ing. Luis Flores Mancheno , PhD.  
**Director de Publicaciones**  
ESPOCH

Ing. Juan Rafael Pérez Pupo, PhD.  
**Delegado Dirección Publicaciones**  
**Repres. Fac. Mecánica**  
ESPOCH

Ing. Marcelo Navarro Ojeda, PhD.  
**Delegado Dirección Publicaciones**  
**Repres. Fac. Ciencias Pecuarias**  
ESPOCH

Lic. Adriana Rincón, PhD.  
**Repres. Fac. Ciencias**  
ESPOCH

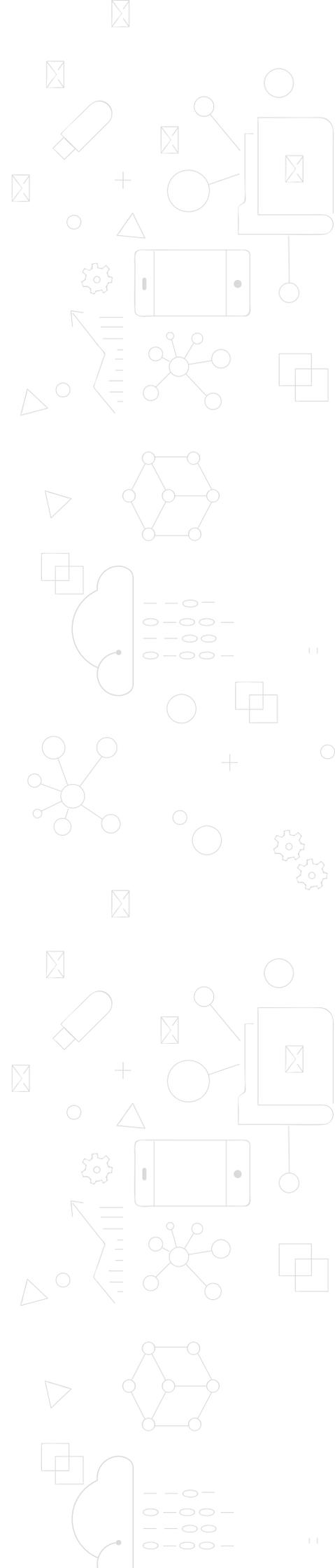
Dra. Irene Gavilanes Terán, PhD.  
**Repres. Fac. Ciencias**  
ESPOCH

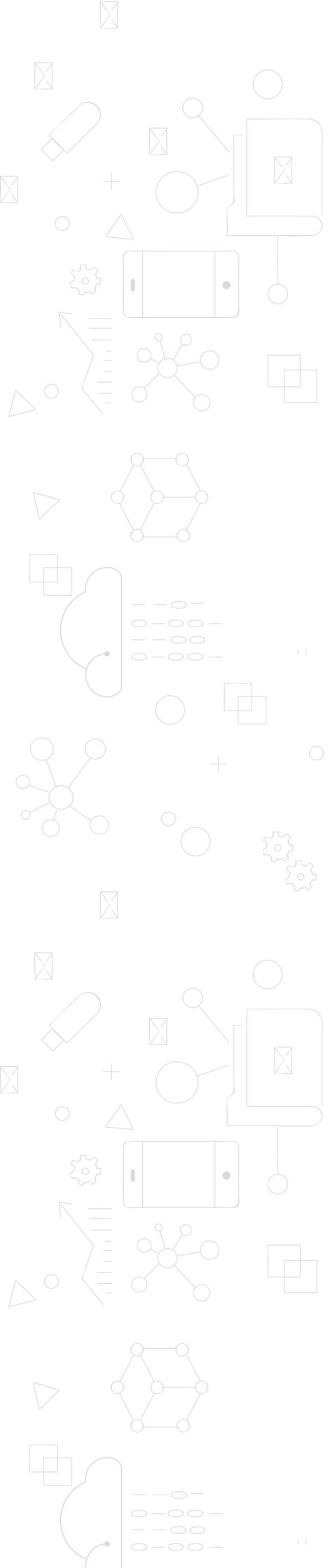
Dra. Maria Fernanda Vinueza Veloz, PhD.  
**Repres. Fac. Salud Pública**  
ESPOCH

Ing. Henry Herrera, PhD.  
**Repres. Fac. Recursos Naturales**  
ESPOCH

Dr. Miguel Tasambay, PhD.  
**Repres. Fac. Infor. Electrónica**  
ESPOCH

Lcda. Margarita Pomboza Floril, PhD.  
**Directora de Investigación**  
UNACH





## PONENTES MAGISTRALES

Dr. Miguel Ángel Piedra, PhD.  
**México**

Dr. Wilson Naula, PhD.  
**Ecuador**

Dr. Francisco Rodriguez M, PhD.  
**Chile**

Dr. Hugo de Jesús López I, PhD.  
**México**

Dr. Luis Miguel Borrás, PhD.  
**Colombia**

Dra. Alejandra Herrera M, PhD.  
**México**

Dr. Guido Fuentes, PhD.  
**Bolivia**

Dr. Juan Cabrera R, PhD.  
**España**

Dr. Quirico Migheli, PhD.  
**Italia**

Dr. Andre José Pereira, PhD.  
**Portugal**

Dr. Manuel Herrera G, PhD.  
**España**

Dr. Nicolas Lepine, PhD.  
**Canadá**

Dra. Ana Belén Calvo, PhD.  
**España**





## CONVOCATORIA

---

**EL VI CONGRESO INTERNACIONAL DE LA CIENCIA TECNOLOGIA EMPRENDIMIENTO E INNOVACION 2019** es un evento de divulgación científica y cultural, revisada y aprobada por pares ciegos; que se realiza con una periodicidad anual. En este evento se publican artículos inéditos en español que hacen referencia a las diferentes áreas de investigación como: Ingeniería, Tecnología, Ciencias Básicas, Ciencias Agropecuarias, Ciencias de la Salud, Ciencias de la Vida y Ambiente, Ciencias Sociales y Administrativas.

Se recomienda a los autores omitir sus nombres y filiaciones de los manuscritos a enviar. Una vez aceptados los trabajos se les pedirá a los autores añadir esta información; deberán ser trabajos originales que no hayan sido presentados o publicados con anterioridad, ni que estén sometidos a algún proceso de revisión en cualquier otra revista u otro evento científico. Con el fin de evitar posibles conflictos de interés.

**Sobre el envío de trabajos:** Los trabajos deben ser enviados a través de la plataforma EASYCHAIR en VI CONGRESO SECTEI 2019 creando una cuenta en el siguiente link: <https://easychair.org/conferences/?conf=sectei2019>

Referente a la fecha límite de envío, favor enviar el trabajo en formato PDF, a través de la plataforma EASYCHAIR en VI CONGRESO SECTEI 2019, **omitiendo los nombres y filiaciones de los autores; una vez aceptado el trabajo y atendidas las correcciones, se deberá enviar la versión final en formato WORD, se deben incluir los nombres y filiaciones de los autores;** las tablas, gráficos y fotografías se deberán adjuntar en una carpeta independiente y entregados en un disco junto con el artículo final en la Dirección de Publicaciones.

Tener en cuenta la normativa de artículos científicos publicada en la página web del VI CONGRESO SECTEI ESPOCH 2019, en el siguiente link: <http://www.sectei2019.tk/>

**Sobre la publicación de los trabajos:** Los manuscritos aceptados se publicarán en un libro de MEMORIAS DEL VI CONGRESO SECTEI 2019 digital con ISBN: 978-9942-801-07-4, con fecha de **Publicación: 17/06/2019**.

**Modalidad ponencia:** Para el VI CONGRESO SECTEI ESPOCH 2019, las ponencias e desarrollará en las Cabañas de la Quinta Macají, Riobamba-Ecuador; y se deberá realizar una presentación siguiendo el formato descargando el modelo en el siguiente link: <http://www.sectei2019.tk/>



## CONTENIDO

<i>Análisis estratégico de las políticas públicas de investigación en salud en Ecuador .....</i>	<i>11</i>
<i>Evaluación de la actividad antimicrobiana de nanotubos de dióxido de titanio obtenidos mediante la combinación de las técnicas de electrohilado y deposición de capa atómica ...</i>	<i>20</i>
<i>Relación del conocimiento del etiquetado “Semáforo Nutricional” en el estado nutricional de adolescentes ecuatorianos .....</i>	<i>29</i>
<i>Promoción de la salud sexual y reproductiva para estudiantes universitarios ecuatorianos.....</i>	<i>42</i>
<i>Árbol de decisión, aplicación con datos meteorológicos .....</i>	<i>63</i>
<i>Actividad inhibitoria de la hialuronidasa del extracto hidroalcohólico de Piper peltatum..</i>	<i>72</i>
<i>Caracterización molecular de la diversidad fúngica de los bosques llucud y palictahua: potencialidades en control biológico.....</i>	<i>82</i>
<i>Desarrollo rural sostenible en el Ecuador continental: aprendizajes a partir de las interacciones entre diversidad biológica, cultural e institucional .....</i>	<i>93</i>
<i>Respuesta de material genético de Paulownia spp a tratamiento silvicultural, como estrategia para evaluar su adaptabilidad a condiciones climáticas de estepa espinosa Montano Bajo, Ecuador.....</i>	<i>113</i>
<i>Potencial de mejoramiento genético en Juglans neotropica Diels, a los 10 meses de edad en Tunshi, Chimborazo .....</i>	<i>125</i>
<i>Breve historia de la ciencia del cambio climático y la respuesta política global: un análisis contextual.....</i>	<i>136</i>
<i>Incidencia de indicadores de gestión financiera en la rentabilidad empresarial.....</i>	<i>154</i>
<i>Comercialización, consumo y valor nutricional de la comida rápida, en los estudiantes universitarios, caso: carrera de agroindustria de la facultad de ciencias pecuarias .....</i>	<i>170</i>
<i>La evasión tributaria originada en el uso de comprobantes de venta.....</i>	<i>180</i>

<i>La naturaleza como sujeto de derechos en Ecuador</i> .....	192
<i>Evaluación de las asignaciones presupuestarias de proyectos de inversión pública del área urbana del cantón Riobamba y su incidencia en el desarrollo local, período 2015-2016....</i>	204
<i>La Inversión Bruta Fija en el Ecuador: Factores Determinantes, 1983-2016.....</i>	218
<i>Resiliencia una nueva perspectiva multidisciplinaria desde el enfoque de la programación neurolingüística para el desarrollo organizacional</i> .....	230
<i>La rotación del personal en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y su impacto en el clima organizacional.....</i>	247
<i>Identificación de las actividades económicas de la economía informal: cuenta propia del cantón Riobamba</i> .....	264
<i>Causas de la economía informal en el cantón Riobamba, 2018.....</i>	279
<i>Impacto financiero y la rotación de personal en las áreas de mercadeo y operaciones: Empresa Multinacional de venta de vacaciones prepagadas en el Ecuador.....</i>	297
<i>Innovación en Ecuador: un enfoque espacial.....</i>	321
<i>Formulación de estrategias de marketing mix a partir del estudio del comportamiento del consumidor de leche en la ciudad de Riobamba</i> .....	332
<i>Análisis del código emocional en los estudiantes de la escuela de ingeniería en marketing, para determinar al arquetipo predominante.....</i>	348
<i>Análisis contable y financiero: Una herramienta clave para la eficiente gestión financiera y contable en la empresa</i> .....	361
<i>Derechos sociales en Ecuador: Hacia una nueva concepción en su tutela</i> .....	375
<i>La construcción de políticas públicas para promover las microfinanzas como estrategia para la erradicación de la pobreza</i> .....	387
<i>Gestión eficiente de las economías locales a través de estrategias administrativas</i> .....	403
<i>Evaluación niveles de iluminación en interiores y cálculo para instalaciones de alumbrado.....</i>	420
<i>Análisis de varianza de dos factores para la evaluación de la calidad de un sistema de mediciones.....</i>	439
<i>Diseño y simulación mecánica de un actuador hidráulico rotativo sumergible para aplicación en hidroterapia.....</i>	453
<i>Propuesta metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina</i> .....	466
<i>Procesamiento de imágenes para la identificación de personas como sistema de seguridad en zonas domiciliarias</i> .....	488

<i>El uso de las Tecnologías de Información como herramienta de comunicación interna en las empresas de la ciudad de Riobamba.....</i>	<i>507</i>
<i>Medologías MESERI, índice de incendio y explosión, ALOHA, para determinar zonas de seguridad en estaciones de servicios de combustibles .....</i>	<i>519</i>
<i>Migración tecnológica utilizando VDSL/FTTX para mejorar los servicios de telecomunicaciones de una red de acceso en Guano.....</i>	<i>534</i>
<i>Determinación de las principales causas de accidentes de tránsito en el Ecuador desde el 2016 hasta 2018.....</i>	<i>550</i>
<i>Diseño y Optimización del tamaño de grano triturado para alimentación avícola para criaderos y suministro de balanceado .....</i>	<i>561</i>
<i>Diseño y simulación de un deshidratador mixto indirecto de frutas .....</i>	<i>573</i>
<i>Aplicación biotecnológica en la obtención de un simbiótico encapsulado a base de diferentes niveles de inulina y (Lactobacillus casei).....</i>	<i>587</i>
<i>Desarrollo de biomateriales mediante el proceso de impregnación supercrítica utilizando nanopartículas de sílice para potencial uso en envasado de alimentos .....</i>	<i>599</i>
<i>Evaluación de la migración de bromuro de cetilpiridinio desde nanocompuestos activos hacia un simulante graso de alimentos.....</i>	<i>609</i>
<i>Probióticos como aditivos dietéticos para cerdos. Una revisión.....</i>	<i>617</i>
<i>Evaluación de dos sistemas para mejorar el manejo reproductivo e inseminación artificial, en vacas de leche utilizando la técnica de la ultrasonografía.....</i>	<i>634</i>
<i>Cadena agroproductiva del cultivo de mora en la parroquia el altar, Chimborazo - Ecuador.....</i>	<i>643</i>
<i>Contextualización de la agricultura y el patrimonio a miras de identificar y caracterizar productos de interés patrimonial .....</i>	<i>661</i>
<i>Caracterización y tipificación de la cadena agroproductiva del cultivo de maracuyá (passiflora edulis L) Pedernales, Manabí, Ecuador .....</i>	<i>678</i>
<i>Pensamiento complejo, bases para una teoría holística de la educación superior en el rediseño curricular .....</i>	<i>696</i>
<i>Impacto del examen del Sistema de Nivelación y Admisión (SNNA) en los estudiantes de primer semestre de la carrera de agronomía de la ESPOCH .....</i>	<i>714</i>
<i>Análisis signo-lingüístico de los productos alfareros de la región sierra del Ecuador.....</i>	<i>735</i>
<i>Tatuaje y memoria: lo que la piel comunica.....</i>	<i>746</i>





CIENCIAS DE LA SALUD

# *Análisis estratégico de las políticas públicas de investigación en salud en Ecuador*

*(Strategic analysis of public health research policies in Ecuador)*

T. Carpio<sup>(1,2)\*</sup>, C. Álvarez<sup>(2)</sup>, M. Ruiz<sup>(2)</sup>, R. Ortiz<sup>(2)</sup>

(1) Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador

(2) Grupo de Investigación en Salud Pública, Universidad de Alicante, España.

\*Correspondencia: 0995807568, tannia.carpio@epoch.edu.ec (TVCA)

## **RESUMEN**

Las políticas públicas son los proyectos que gestiona el gobierno con el fin de satisfacer una necesidad en la sociedad. Objetivo: Analizar la situación de las políticas públicas de investigación en salud en Ecuador. Métodos: Se realizó un estudio FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) más un estudio Delphi a 20 informantes clave (sector público y privado) sobre su percepción de los aspectos positivos y negativos de las políticas públicas de investigación en salud del Ecuador en los últimos 8 años (2007-2014). Realización del estudio: Marzo, 2014 a febrero, 2015. Fuente de información: encuesta online. Posteriormente, los participantes ordenaron las tres estrategias más nombradas en cada componente del FODA según su importancia. Tras calcular la mediana, rangos inter cuartil y valores mínimo y máximo, los expertos llegaron al consenso final. Resultados: Los 4 componentes FODA más frecuentes fueron: Fortaleza: Apoyo gubernamental mediante Becas del Gobierno; Oportunidades: Coordinación Interinstitucional y redes de investigación. Debilidades: Trámites burocráticos, especialmente para obtención de fondos económicos para investigación, y evaluaciones de proyectos por profesionales con poca experiencia. Amenazas: Cambios de políticas inesperados, legislación confusa, disminución en los presupuestos. Conclusiones: La investigación y producción científica en el Ecuador presenta cambios importantes, se recomienda aprovechar el apoyo gubernamental, la coordinación y financiamiento institucional,

fortaleciendo los recursos destinados para la investigación y evitando los trámites burocráticos y reglamentos confusos.

**Palabras claves:** *Políticas públicas, Investigación en salud, Ecuador, Delfos.*

## **ABSTRACT**

Public policies are the projects that the government manages in order to satisfy a need in society. Objective: To analyze the situation of public health research policies in Ecuador. Methods: A SWOT study (strengths, opportunities, weaknesses and threats) plus a Delphi study was conducted on 20 key informants (public and private sector) on their perception of the positive and negative aspects of Ecuador's public health research policies in the last 8 years (2007-2014). Conduct of the study: March, 2014 to February, 2015. Source of information: online survey. Subsequently, the participants ordered the three most-named strategies in each SWOT component according to their importance. After calculating the mean, median and minimum and maximum values, the experts reached the final consensus. Results: The 4 most frequent SWOT components were: Strength: Government support through Government Scholarships; Opportunities: Inter-institutional coordination and research networks. Weaknesses: Bureaucratic procedures, especially to obtain economic funds for research, and project evaluations by professionals with little experience. Threats: Unexpected policy changes, confusing legislation,

decrease in budgets. Conclusions: Research and scientific production in Ecuador presents important changes, it is recommended to take advantage of government support, institutional coordination and financing, strengthening the resources allocat-

ed for research and avoiding bureaucratic procedures and confusing regulations.

**Key words:** *Public policies, Health research, Ecuador, Delphi.*

## 1. Introducción

Según el Consejo Nacional de Salud del Ecuador, la salud de la población es el resultado del acceso a servicios de salud, las capacidades de información y educación, y las decisiones individuales sobre prevención y tratamiento de enfermedades. (1) Por su parte, las políticas de salud proporcionan el contexto y el marco dentro del cual funcionan los sistemas de salud pública.(2-5)there is strong evidence supporting the need for a broader policy lens and the need to intentionally target health disparities. We reviewed the published literature between 1983 and 2013 regarding health policy training. From 5124 articles identified, 33 met inclusion criteria. Articles varied across common themes including target audience, goal(s) por tanto, la formulación de políticas públicas en investigación en salud deben hacerse dentro de una perspectiva multisectorial, inclusiva y con enfoque institucional. En Latinoamérica, se puede mencionar los esfuerzos por crear Sistemas Nacionales de Investigación en Salud en todos los países mismos que se están consolidando y fortaleciendo con el paso de los años. Como una reseña se debe mencionar que desde el año 2008 Brasil tuvo la iniciativa de crear la “Conferencia Latinoamericana sobre Investigación e Innovación” (6), la cual reúne a expertos quienes definieron, entre otras cosas, la producción científica por millón de habitantes en Latinoamérica en el 2008 Chile, Argentina, Uruguay y Brasil fueron los países que encabezaban la lista, siendo menor en El Salvador, Honduras y Perú. (7) El informe del Ecuador presentado en dichas reuniones, comunicó que la rectoría de investigación en salud posee una estructura mixta liderada por el Ministerio de Salud y por la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. También señaló que existe prioridad en la investigación en salud en este país. Posteriormente, cada país ha ido consolidando su Sistema Nacional de Investigación en Salud. (6)

La contribución de la investigación de Ecuador en el contexto Latinoamericano es relativamente baja, con un despunte a partir del año 2003. En términos de investigación en Salud, el gobierno de la República del Ecuador ha venido desarrollando estrategias como la adhesión del país al Comité Asesor del Centro Latinoamericano y del Caribe para información en Ciencias de la Salud (BIREME) y al Comité de Políticas de Coordinación de Programa Especial de la Organización Mundial para la Salud de Investigaciones, Desarrollo y Formación de Investigadores sobre la Reproducción Humana, celebrado en el año 2012 en la Conferencia Sanitaria Panamericana, desarrollada en Washington DC.(8) Se puede destacar también los programas: “Prometeo” desarrollado por la Secretaria Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, que pretende fortalecer las capacidades de docencia e investigación a través de la inclusión de expertos en Instituciones de Educación Superior, y las becas nacionales e internacionales con convocatorias periódicas o abiertas la mayor parte del año, desarrolladas por la misma secretaría y coordinadas también por el Instituto de Fomento al Talento Humano. (9)

Por otro lado, se han creado instituciones de educación superior, como las nuevas universidades públicas entre ellas Yachay, e institutos públicos de investigación, como el Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública, que brindan espacios para que la investigación en

Ecuador se pueda desarrollar con una relativa normalidad.

Sin embargo aún existen barreras tanto físicas, como por ejemplo los recursos insuficientes para llevar a cabo investigaciones experimentales, o de recursos humanos: como la falta de profesionales con grado de Doctor/a en el país, que explican en parte la baja producción científica en el país. Esta peculiar situación debilita las políticas públicas en salud, lo cual podría llevar a una brecha entre las verdaderas necesidades y realidad de la población y los esfuerzos gubernamentales.

El análisis de las estrategias de políticas públicas de investigación en salud en el país representa un tema complejo. Sin embargo, es de gran utilidad para la obtención de aspectos concretos bajo la óptica de la experiencia in situ, para que de esta manera se puedan realizar las debidas modificaciones o adaptaciones en pro de la mejora colectiva que aporte beneficios para el país.

El análisis de razones concretas y detalladas, hasta la fecha no se han realizado con exactitud, sobre todo al analizar las respuestas de la problemática de la población inmersa en ellas. Por tanto, el objetivo del estudio es: Analizar la situación de las políticas públicas de investigación en salud en Ecuador.

## **2. Materiales y métodos**

Estudio descriptivo, sobre la valoración de informadores clave en relación a las políticas de investigación en salud llevada a cabo en Ecuador. Para ello, se planteó realizar dos técnicas combinadas para llegar a un consenso sobre las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del sistema de I+D ecuatoriano, con la cual se caracterizó la percepción que los informadores clave tenían sobre las políticas de investigación y, la metodología Delphi o Delfos, para determinar los aspectos más relevantes de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a las que llegaron por acuerdo.

Contar con al menos una publicación en revista indexada en JCR fue el criterio de selección de los informadores clave. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica en Isi web of knowledge, Web of Science y PUBMED de las palabras claves: Ecuador OR Latinoamérica AND: Investigación, salud pública, salud comunitaria, salud poblacional, políticas de salud pública, Posteriormente, se seleccionó también a académicos enrolados en investigación en Universidades ecuatorianas y de investigadores ecuatorianos trabajando en centros internacionales fuera del país. Un total de 31 investigadores cumplían el criterio de inclusión, de los cuales 20 contestaron favorablemente a participar en la investigación (7 no contestaron y 4 rechazaron su participación), el 90% de los informantes residían en el Ecuador en el momento de la entrevista y el 80% de ellos trabajaba en instituciones de educación superior de tipo pública. Los investigadores fueron contactados mediante correo electrónico, el cual fue obtenido directamente en los artículos científicos publicados o a su vez, se solicitó el correo electrónico del infórmate al autor de correspondencia.

Para la recogida de información, se envió una carta a los investigadores, solicitando su participación junto con la exposición de los objetivos del estudio y la importancia de la participación; así como el compromiso de confidencialidad.

Una vez recibida la respuesta favorable se envió un formulario en línea que indicaba el cronograma a cumplir y donde cada informante clave debía escribir tres aspectos de cada componente del FODA. Se recogieron un total de 60 fortalezas, 56 oportunidades, 55 debilidades y 59 amenazas de las políticas de salud pública del Ecuador, y se elaboró un listado de 3 aspectos. Se realizó un análisis de la concordancia, mediante el cálculo del Índice Kappa, entre los 2 investigadores (Carpio Valeria y Ortíz Rocío) que agruparon las respuestas.

En la segunda etapa del proceso se envió el listado de respuestas condensadas sin ningún orden en especial, y una segunda carta con la explicación pertinente para que los expertos les dieran la puntuación de 1 a 3 siendo: 1 la más importante, 2 medianamente y 3 menos importante. Se realizó el cálculo de la mediana, valor mínimo y máximo para la ordenación de las respuestas. Todo el proceso de recolección de datos duró aproximadamente 10 meses, tras el cual se entregó una carta de agradecimiento a cada participante.

Los resultados fueron recopilados inicialmente en una base de datos Microsoft Excel, debido a que el instrumento en línea permitía tener estos datos de manera directa una vez se cumplimentaba la encuesta. Posteriormente se realizó el análisis estadístico utilizando el software estadístico Stata en su versión 14.0.

### 3. Resultados y discusión

Para la primera etapa se contó con la respuesta de 20 informantes, mientras que en la segunda etapa participaron el 85%.

En total, en la primera fase, se identificaron 230 aspectos sobre las estrategias de políticas en investigación en salud en el Ecuador. Las 230 frases se agruparon en función de conceptos equivalentes o sinónimos, el índice de concordancia realizado por los clasificadores fue alto ( $kappa = 0,81$ ).

**Características generales de los informantes clave:** Se encontró que 60% de los participantes fueron hombres, el 90% docentes universitarios realizaban actividades combinadas: docencia más investigación, mientras que solamente el 10% tiene dedicación exclusiva a la investigación. El 90% de los informantes claves realizan actividades de docencia, las cuáles están acompañadas de actividades de investigación en el mismo porcentaje. Una proporción de los informantes claves desarrollaban también actividades de ejercicio profesional y administrativas. Estos hallazgos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de los informantes claves.

Genero	Porcentaje
Masculino	60
Femenino	40
Cargo que desempeña	Porcentaje
Docente universitario	90
Docentes con dedicación exclusiva a la investigación (investigador agregado universitario)	10

Principales funciones a su cargo	Porcentaje*
Docencia	90
Ejercicio profesional	30
Administración	10
Investigación	90

*Se presentan las características de los informantes clave que participaron voluntariamente de este estudio.  
 \* Se presentan los porcentajes de las funciones a cargo de los informantes claves, sin embargo en muchos casos, los informantes desarrollaban varias actividades a la vez.*

**Análisis de las Prioridades estratégicas para el desarrollo de las políticas de investigación en salud en el Ecuador:** Las respuestas fueron ordenadas en función de sus puntajes de media y desviación estándar en la Tabla 2, de esta manera: Se mencionó que el aspecto positivo interno (fortaleza) que mayor relevancia tiene es el apoyo gubernamental entre otros, a través de: Becas SENESCYT, IFTH, PROMETEO. Así como la existencia de instituciones que apoyan la investigación (mediana 1,12 rango inter cuartil 0,34) mientras que el aspecto positivo externo (oportunidades) fue la coordinación interinstitucional en temas de presupuestos y redes de investigación (mediana 1,5 rango inter cuartil 0,63)

*Tabla 2. Opinión de los informantes clave sobre las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de las políticas para el desarrollo de investigación en salud en el Ecuador, según medidas de tendencia central.*

<b>Opinión de los IC según Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas</b>	
<b>FORTALEZAS PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>Mediana (RIQ*)</b>
1. Apoyo gubernamental; entre otros, a través de: Becas SENESCYT, IFTH, PROMETEO. Así como la existencia de instituciones que apoyan la investigación.	1,12 (0,34)
2. Cambios sociales positivos que promueven la cultura de investigación, la constante capacitación y la coordinación interinstitucional, sumadas al interés e iniciativa por parte de individuos y colectividades que poseen buenos conocimientos, posibilidades y deseos de superación	1,93 (0,44)
3. Financiamiento para proyectos de investigación los cuáles se pueden realizar en áreas distintas y que en muchas ocasiones están sin explotar.	2,93 (0,25)
<b>OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>Mediana (RIQ*)</b>
1. Coordinación Interinstitucional, convenios, presupuestos y redes de investigación.	1,5 (0,63)
2. Desarrollo de políticas en Instituciones en general, sobre todo educativas a través de cambios curriculares, políticas de docencia en investigación y financiamiento en la misma nacidos de las necesidades reales de la población con apertura hacia nuevas ideas e innovaciones.	1,75 (0,57)
3. Proyectos que posibilitan el contacto internacional alianzas entre investigadores, fomento de nuevas sinergias.	2,75 (0,68)
<b>DEBILIDADES PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>Mediana (RIQ*)</b>
1. Trámites burocráticos y reglamentos confusos basados en estándares formales sobre todo para hacer uso de fondos económicos para investigación, así como evaluaciones de proyectos en manos de personas con poca experiencia.	1,43 (0,62)
2. Deficientes conocimientos en: formatos de investigación específicos, idiomas, uso de instrumentos e insumos de investigación, sumados a la competencia individualista que lleva a proyectos sin publicación ni impacto.	1,68 (0,60)
3. Recursos investigativos insuficientes: Bases de datos, acceso a revistas indexadas, Investigadores con el grado de PhD ecuatorianos, limitada apertura en instituciones que faciliten toma de datos, presupuesto restringido y exclusivo para instituciones limitadas con cierta exclusión del sector privado, otros insumos.	1,81 (0,40)
<b>AMENAZAS PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>Mediana (RIQ*)</b>
1. Cambios de políticas inesperados: Legislación confusa, disminución en los presupuestos.	1,12 (0,34)
2. Precipitada presión por rápidos resultados desde el discurso.	2,06 (0,57)
3. Dificultad en la utilización de fondos extranjeros.	2,81 (0,50)

\*RIQ= Rango Inter cuartil

Por otra parte, los aspectos negativos internos (debilidades) presentaron opiniones sobre los deficientes conocimientos que existen en formatos e instrumentos para investigación, así como los recursos deficientes para la investigación puntualmente: bases de datos, acceso a revistas indexadas, entre otros, sin embargo los trámites burocráticos y reglamentos confusos basados en estándares formales sobre todo para hacer uso de fondos económicos para investigación, así como evaluaciones de proyectos en manos de personas con poca experiencia fue la debilidad que más importancia se le dio con una media de 1,43 y 0,62 desviaciones estándar.

En el caso de las amenazas, la “precipitada presión por rápidos resultados desde el discurso” obtuvo una mediana de 2,06 (0,57 RIQ) es decir se le puntuó como medianamente importante, mientras que “Dificultad en la utilización de fondos extranjeros” tubo una mediana de 2,81 RIQ 0,50 (menos importante) y “Cambios de políticas inesperados: Legislación confusa, disminución en los presupuestos” con mediana de 1,12 RIQ 0,34 fue finalmente seleccionada como el criterio más importante.

Externos: (amenazas) Si bien es cierto, el siguiente criterio tiene poco control por parte de quienes elaboran las políticas, debido a su carácter externo, se debe recordar que al considerarlo, éste se puede atenuar, los informantes claves mencionaron que la legislación confusa y los cambios de políticas inesperados constituirían el principal problema para la investigación.

### 3.1. Discusión

Se realizó un análisis de la situación de las políticas públicas de investigación en salud en Ecuador, realizando un estudio FODA más un estudio DELPHI a 20 informantes clave del sector público y privado, sobre su percepción de los aspectos positivos y negativos de las políticas públicas de investigación en salud del Ecuador en los últimos 8 años (2007-2014). Los 4 componentes FODA más frecuentes fueron: Fortaleza: Apoyo gubernamental mediante Becas del Gobierno; Oportunidades: Coordinación Interinstitucional y redes de investigación. Debilidades: Trámites burocráticos, especialmente para obtención de fondos económicos para investigación, y evaluaciones de proyectos por profesionales con poca experiencia. Amenazas: Cambios de políticas inesperados, legislación confusa, disminución en los presupuestos.

En forma general, las políticas, según su definición, son cursos definidos entre los que se mueve la acción, incluye una orientación ideológica, con mira a la toma de decisiones, sea cual sea su campo es fundamental que se generen políticas para que los países formulen planes y estrategias para un futuro mejor, más organizado, inclusivo y que brinde soluciones a los problemas reales de la población, las políticas de investigación en salud permiten de esta manera mejorar y mantener una producción de nuevos conocimientos y su posterior beneficio en temas de salud a la población.

Según una revisión realizada por Heiman (2) there is strong evidence supporting the need for a broader policy lens and the need to intentionally target health disparities. We reviewed the published literature between 1983 and 2013 regarding health policy training. From 5124 articles identified, 33 met inclusion criteria. Articles varied across common themes including target audience, goal(s). Existe un creciente consenso en torno a la necesidad de un mayor liderazgo y una fuerza laboral de profesionales de la salud preparados para asumir los roles de liderazgo en políticas en salud pública. Además, existen propuestas de que los profesionales de la salud aprendan ciencias políticas (10-13) para que de esta manera los recursos sean maneja-

dos de una manera más correcta, en base a las necesidades de la población y respondiendo a la tendencia de que la salud debe ser un concepto que responda a las necesidades de la globalización. (14-16)

Según La Organización Panamericana de la Salud, en su reporte sobre el perfil de los sistemas de Salud (17), el Ecuador ha mostrado una gran inestabilidad política, de esta manera se menciona que entre los años 1992 y 2006 se sucedieron 8 gobiernos lo que ha ocasionado un alto grado de conflictividad social sumada a aumento de la corrupción, inestabilidad administrativa y falta de continuidad en la gestión pública, en el 2007 el panorama gubernamental cambia manteniéndose en un único mandato hasta la presente fecha (2016) esta situación podría parecer contradictoria teniendo en cuenta que la principal Amenaza que fue identificada por los informantes clave fue “Cambio de políticas inesperados, legislación confusa, disminución en los presupuestos” por lo que se esperaría que dicha situación se atenúe y mejore progresivamente con el tiempo. De igual manera, se detectó que los trámites burocráticos se encuentran a la cabeza de las debilidades de las políticas de investigación en el país por lo que se recomienda una revisión más detallada de los procesos para su posterior simplificación.

Según Lucio R. y col(18) en su artículo de revisión, en el año 2008 el Ecuador contaba con aproximadamente 300 profesionales con título de posgrado, mientras que la SENESCYT celebró en el año 2014 la entrega de la beca número 10,000, mismas que continúan formado académicamente a ecuatorianos y ecuatorianas en posgrados (en todas las áreas) y que en los años presentes y posteriores se espera retribuyan con sus conocimientos a la mejora del país. A la par se debe mencionar a los académicos con financiamiento propio que se están formando en posgrados con miras a investigación, y se debe mencionarlo debido a las actuales exigencias públicas y privadas que siguen una tendencia mundial que inició hace varias décadas (19, 20), donde la obtención de grados académicos que cumplan con los más altos estándares ha generado una cultura de meritocracia en el Ecuador en los últimos años. Ésta situación corrobora la principal fortaleza identificada por el panel de expertos, “Apoyo gubernamental; entre otros, a través de: Becas SENESCYT, IFTH, PROMETEO. Así como la existencia de instituciones que apoyan la investigación” se espera que la cultura de investigación tenga mayores alcances y brinde las facilidades necesarias para que la población pueda capacitarse y emprender en investigación.

En cuanto a oportunidades se mencionó la creación de redes de investigación a lo que se debe recalcar que desde el 2012 existe la Red Nacional de Universidades para Investigación y Posgrado la cual tiene como objetivo generar programas y proyectos que promuevan el intercambio interinstitucional, sin embargo y para que dicha red funcione de mejor manera se debería brindar mayor información a la población en general sobre sus beneficios y forma de participación.

En base a los resultados (tabla 2) solamente el 10% de los participantes tiene dedicación exclusiva a la investigación, problemática generalizada a nivel mundial, ya que la jornada laboral debe dividirse entre horas de docencia, administración y otras que merman el tiempo de dedicación y podrían ser un gran obstáculo en la realización de trabajos investigativos.

#### 4. Conclusiones

Se concluye que las políticas públicas de investigación en salud en el Ecuador se encuentran en un período cambiante con una tendencia positiva hacia una mejora en la producción

científica en el país, se recomienda hacer un adecuado uso de los recursos y de las oportunidades que se brindan a los científicos de la salud hoy en día.

### **Limitaciones**

Se debe mencionar también que el presente estudio tuvo una duración relativamente larga, misma que es característica de la metodología Delphi (20) debida a la dependencia de la respuestas del panel de expertos, quienes en muchas ocasiones pidieron prorroga de los tiempos estipulados para el envío de sus respuestas. Además, se debe pensar que la metodología utilizada en este estudio puede dar lugar a sesgos en la información, debido a que la encuesta recolectaba los datos en base a las percepciones de los informantes claves, lo que no deja de ser una metodología un tanto subjetiva.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen la participación del grupo de expertos que contribuyó con el desarrollo del presente artículo. Carlos Álvarez-Dardet (CAD) y María Teresa Ruíz (MTR) agradecen el apoyo brindado a la Secretaria Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. CAD y MTR fueron becarios Prometeo y durante su estancia se desarrolló este estudio en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH- Riobamba) y en su nombre, con un agradecimiento especial a el Dr. Marcelo Nicolalde y la Dra. Patricia Chico.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran no tener conflictos de interés para el desarrollo de este trabajo.

### **Bibliografía**

1. Ministerio de Salud Pública Ecuador CN de S. Memorias del Primer Foro Sudamericano de Salud y Economía. Obs del Financ al Sect salud Ecuador. 2008;Boletín 2.
2. Heiman HJ, Lerissa Smith L, McKool M, Mitchell DN, Bayer CR. Health policy training: A review of the literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;13(1):1–12.
3. Singer J., Blascovich J., Faden R., Frohboese R., Matthews K., Nelson P., VandenBos G. Working group on health policy training. *Health Psychol*. 1983;2:146–149.
4. American Association of Colleges of Nursing Essential Series. [(Descargado el 10 de Noviembre del 2017)]. Disponible en: <http://www.aacn.nche.edu/education-resources/essential-series>.
5. Allan J., Barwick T., Cashman S., Cawley J.F., Day C., Douglass C.W., Evans C.H., Garr D.R., Maeshiro R., McCarthy R.L., et al. Clinical prevention and population health: Curriculum framework for health professions. *Am. J. Prev. Med*. 2004;27:471–476. doi: 10.1016/j.amepre.2004.08.010.
6. Alger J, Becerra-posada F, Kennedy A, Martinelli E, Gabriel L, Colaborativo G. Sistemas nacionales de investigación para la salud en América Latina : una revisión de 14 países. *Rev Panam Salud Pública/Pan Am J Public Heal*. 2009;26(5):447–57.
7. Yagui M, Espinoza M, Caballero P, Castilla T, Garro G, Yamaguchi LP, et al. [Advances and challenges in building the national health research system in Peru]. *Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]*. 2010;27(3):387–97. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21152732>



8. Ministerio de salud pública del Ecuador, Comunicaciones oficiales, Noticias: La política de investigación en salud del Ecuador se inserta en el foro mundial. <http://www.salud.gob.ec/la-politica-de-investigacion-en-salud-del-ecuador-se-inserta-en-el-foro-> .
9. Programa de Becas SENESCYT Ecuador, Gobierno Nacional de la República del Ecuador; disponible en: URL: <http://programasbecas.educacionsuperior.gob.ec/>.
10. McFarlane D., Gordon L. Teaching health policy and politics in U.S. schools of public health. *J. Public Health Policy*. 1992;13:428–434. doi: 10.2307/3342532
11. Clancy T.E., Fiks A.G., Gelfand J.M., Grayzel D.S., Marci C.D., McDonough C.G., Peppercorn J.M., Roberts T.G., Smith A.L., Winickoff J.P. A call for health policy education in the medical school curriculum. *JAMA*. 1995;274:1084–1085. doi: 10.1001/jama.274.13.1084.
12. Riegelman R. Commentary: Health systems and health policy: A curriculum for all medical students. *Acad. Med*. 2006;81:391–392. doi: 10.1097/00001888-200604000-00014.
13. González-Pier E, Gutiérrez-Delgado C, Stevens G et al. Priority setting for health interventions in Mexico's System for Social Protection in Health. *Lancet* 2006;368:1608-18
14. Frenk J. Globalization and health: the role of knowledge in an interdependent world. David E Barmes Global Health Lecture. Bethesda: National Institution of Health, 2009.
15. Chen L, and Berlinguer G: Health equity in a globalizing world. In Evans T, Whitehead M, Diderichsen F, Bhuiya A, and Wirth M (eds): *Challenging inequities in health: from ethics to action*. New York: Oxford University Press, 2001. pp. 35-44
16. Pablos-Mendez A, Chunharas S, Lansang MA, Shademani R, Tugwell P. Knowledge translation in global health. *Bull World Health Organ* 2005; 83: 723
17. Salud OP de la. Perfil de los sistemas de salud [Internet]. Biblioteca OPS. 2008. 1-56 p. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Perfil+de+los+sistemas+de+salud#9>
18. Lucio R, Villacrés N, Henríquez R. Sistema de salud de Ecuador. *Salud Publica Mex*. 2011;53(SUPPL. 2):177–87.
19. Frenk J., Chen L., Bhutta Z., Cohen J., Crisp N., Evans T., Fineberg H., Garcia P., Ke Y., Kelley P., et al. Health professionals for a new century: Transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *Lancet*. 2010;376:1923–1958. doi: 10.1016/S0140-6736(10)61854-5
20. Houtp E, Pearson R, Hall T. Three domains of competency in global health education: recommendations for All medical students. *Acad Med*. 2007;82:222–225. doi: 10.1097/ACM.0b013e3180305c10.



# ***Evaluación de la actividad antimicrobiana de nanotubos de dióxido de titanio obtenidos mediante la combinación de las técnicas de electrohilado y deposición de capa atómica***

*(Antimicrobial activity evaluation of titanium dioxide nanotubes obtained through combination of electrospinning and atomic layer deposition techniques)*

C. Patiño<sup>\*(1,2)</sup>, C. López de Dicastillo<sup>(1,2)</sup>, M. Galotto<sup>(1,2)</sup>, J. Escrig<sup>(2,3)</sup>

(1) Laboratorio de Envases (LABEN), Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile (USACH), 9170201.

(2) Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología (CEDENNA), 9170124.

(3) Departamento de Física, Facultad de Ciencia, Universidad de Santiago de Chile (USACH), 9170124.

\*Correspondencia: cristian.patino@usach.cl (C, Patiño)

## **RESUMEN**

Actualmente el gran impacto de las infecciones bacterianas y la elevada resistencia de los microorganismos a los antibióticos comunes ha generado la necesidad e interés por buscar nuevas sustancias antimicrobianas. En este contexto, una nanopartícula que exhibe una elevada actividad antimicrobiana es el dióxido de titanio. En este estudio, la actividad antimicrobiana de nanotubos de dióxido de titanio fabricados previamente en un estudio anterior mediante la combinación de electrohilado y deposición de capa atómica se evaluó frente *Escherichia coli* y *Listeria innocua*, y se comparó con la actividad de dióxido de titanio comercial y nanopartículas de dióxido de titanio. La morfología de las tres nanoestructuras de dióxido de titanio se analizó mediante microscopía electrónica de transmisión, y las micrografías mostraron que los nanotubos eran huecos, las nanopartículas eran redondas y el dióxido de titanio comercial tenía una forma irregular. Además, la cristalinidad de las nanoestructuras se evaluó mediante difracción de rayos X y todas presentaron la estructura cristalina anatasa. Los resultados antimicrobianos mostraron que irradiar dióxido de titanio junto a la solución bacteriana era el tratamiento con mayor efecto antimicrobiano, y que los nanotubos presentaron una elevada actividad

antimicrobiana frente *Escherichia coli* con una reducción de 5 ciclos logarítmicos a 200 ppm.

**Palabras clave:** actividad antimicrobiana, nanotubos, dióxido de titanio, electrohilado, deposición de capa atómica.

## **ABSTRACT**

Nowadays, the great impact of bacterial infections and the highest antimicrobial resistance to common antibiotics had produce the interest and necessity to search new antimicrobial substances. In this context, a nanoparticle that exhibit a high antimicrobial activity is titanium dioxide. In this study, the antimicrobial activity of titanium dioxide nanotubes previously manufactured in a previous study through the combination of electrospinning and atomic layer deposition was evaluated against *Escherichia coli* and *Listeria innocua* and was compared with activity of titanium dioxide nanoparticles and commercial titanium dioxide. The morphologies of three nanostructures were analyzed through transmission electronic microscopy, and the micrographs showed that nanotubes was hollow, the nanoparticles were round, and the commercial titanium dioxide had an irregular form. Furthermore, the nanostructures crystallinity was evaluated by X-ray diffraction and

all showed an anatase crystallinity structure. The antimicrobials results showed that titanium dioxide and bacterial solution irradiate together was the treatment with greater antimicrobial effect, and the nanotubes showed a high antimicrobial activity against *Escherichia coli* with a reduction of 5

logarithmic cycles at 200 ppm.

**Keywords:** antimicrobial activity, nanotubes, titanium dioxide, electrospinning, atomic layer deposition.

## 1. Introducción

En la actualidad existe una alta incidencia de infecciones por bacterias y el 70% de éstas son resistentes a los antibióticos conocidos y utilizados para eliminar dichas infecciones (1). Existen varios agentes antimicrobianos estudiados a profundidad tales como: aceites esenciales, extractos de plantas, péptidos antimicrobianos, metales como la plata (Ag), el cobre (Cu), y óxidos metálicos como óxido de magnesio (MgO) y óxido cúprico (CuO) (2–4) and fresh-like organoleptic properties. Nanoemulsions efficiently contribute to support the use of EOs in foods by increasing their dispersibility in the food areas where microorganisms grow and proliferate, by reducing the impact on the quality attributes of the product, as well as by enhancing their antimicrobial activity. Understanding how nanoemulsions intervene on the mass transfer of EOs to the cell membrane and on the mechanism of antimicrobial action will support the engineering of more effective delivery systems and foster the application of EOs in real food systems. This review focuses on the enabling contribution of nanoemulsions to the use of EOs as natural preservative agents in food, (a. Debido a esta elevada resistencia que han venido desarrollando los microorganismos, la sociedad científica se ha interesado por la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos. Una herramienta actualmente utilizada para el desarrollo y obtención de nuevos agentes antimicrobianos es la nanotecnología, la misma que en la última década se ha convertido en uno de los campos más estudiados y aplicados por la academia, industria y salud. Esta tecnología ha permitido obtener mejores soluciones mediante el uso de nanopartículas de óxidos metálicos incluyendo el óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de zinc (ZnO), óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) (5). Un óxido metálico muy utilizado es el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) debido a sus excelentes propiedades fotocatalítica y antimicrobiana. El  $\text{TiO}_2$  es un compuesto químicamente inerte, económico, térmicamente estable, biocompatible, con alta actividad fotocatalítica y presenta tres estructuras cristalinas: anatasa, rutilo y brookita (6). El uso del dióxido de titanio se ha venido estudiando en medicina mediante la elaboración de prótesis y tratamientos invasivos, en envasado de alimentos para el control de la contaminación microbiana, e incluso en el desarrollo de nano-fármacos permitiendo que se solubilizan en el torrente sanguíneo (7,8). El uso de esta nanopartícula es debido a su alta actividad antimicrobiana frente a bacterias y hongos, promovida por la activación fotocatalítica que presenta cuando se irradia con luz UV, lo que genera especies reactivas de oxígeno (ROS) que inhiben el crecimiento de los microorganismos (9).

Los métodos tradicionales de obtención de nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  son: el método complejo sol-gel, síntesis química en fase vapor y precipitación controlada e hidrotérmico, entre otros (10). Sin embargo, estos métodos presentan ciertas desventajas como baja relación de aspecto superficie/volumen y una elevada dispersión en el tamaño de las nanopartículas. Por lo tanto, existe interés hacia el desarrollo de nuevas estrategias para obtener nanoestructuras de  $\text{TiO}_2$  con elevada actividad antimicrobiana. Hoy en día mediante la combinación de nuevas tecnologías como el electrohilado y deposición de capa atómica (ALD) es posible obtener nuevas nanoestructuras con una alta relación de aspecto superficie/volumen y alta capacidad antimi-



crobiana (11,12). El electrohilado en inglés “electrospinning”, es un método simple y eficiente utilizado para obtener diferentes nanoestructuras, como nanofibras y nanoesferas, a partir de la aplicación de un campo eléctrico a una disolución polimérica (13). Por otro lado, el ALD es una técnica de fase vapor capaz de producir películas metálicas delgadas por deposición de diferentes materiales sobre un sustrato (14) self-limiting reactions, ALD offers exceptional conformality on high-aspect ratio structures, thickness control at the Angstrom level, and tunable film composition. With these advantages, ALD has emerged as a powerful tool for many industrial and research applications. In this review, we provide a brief introduction to ALD and highlight select applications, including Cu(In,Ga. De esta manera, mediante la combinación de estas dos tecnologías es posible obtener nanotubos de  $\text{TiO}_2$  al depositar este óxido metálico sobre nanofibras obtenidas por electrohilado.

En base a todo lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la actividad antimicrobiana de nanotubos de dióxido de titanio obtenidos por combinación de las tecnologías de electrohilado y deposición de capa atómica (ALD), frente a las bacterias Gram-, *Escherichia coli* y Gram+, *Listeria innocua*, y compararla con la actividad de nanopartículas de dióxido de titanio y dióxido de titanio comercial.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Materiales

#### 2.1.1. Reactivos químicos y microorganismos

Nanopartículas de dióxido de titanio (NPs- $\text{TiO}_2$ ) se obtuvieron de Sigma Aldrich (Chile) y dióxido de titanio comercial (co- $\text{TiO}_2$ ) se obtuvo de Texas Lubricantes (Chile). *Listeria innocua* ATCC 33090 y *Escherichia coli* ATCC 25922 se obtuvieron del Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Aplicada (LAMAP) (Chile). Lámparas Philips UV-A de 15W se utilizaron como sistema de activación del dióxido de titanio.

### 2.2. Metodología

#### 2.2.1. Caracterización estructural de las nanoestructuras

En un estudio previo se desarrollaron nanotubos de dióxido de titanio (NDT) mediante la combinación de las técnicas de electrohilado y deposición de capa atómica (ALD) (15) titanium dioxide nanotubes were obtained by an atomic layer deposition (ALD, y éstos se utilizaron para evaluar la cristalinidad y actividad antimicrobiana frente a NPs- $\text{TiO}_2$  y co- $\text{TiO}_2$ .

##### 2.2.1.1 Microscopía electrónica de transmisión (TEM)

La morfología de las NPs- $\text{TiO}_2$ , co- $\text{TiO}_2$  y NDT se observó con un microscopio electrónico de transmisión (Hitachi HT-7700, Japón). Las micrografías se capturaron con un voltaje de 100 kV y se observaron a tres magnificaciones: 10 kx, 20 kx y 60 kx.

##### 2.2.1.2 Difracción de rayos X (DRX)

La cristalinidad de NPs- $\text{TiO}_2$ , NDT y co- $\text{TiO}_2$  se analizaron con un difractómetro de rayos X (Siemens D5000, Alemania) (30mA y 40 kV) usando  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda=1,54 \text{ \AA}$ ), en un rango  $2\theta$  de  $2^\circ$  a  $80^\circ$ . Adicionalmente, el tamaño del cristalito de los NDT se calculó con la fórmula de Debye-Scherrer (Ecuación 1) (16):

$$D=K*\lambda\beta*\cos \theta \quad (1)$$

Donde: K= factor de forma adimensional (Cuk $\alpha$  tomado como 0,90),  $\lambda$ = longitud de onda,  $\beta$ = ancho de línea a la mitad de la intensidad máxima (FWHM), y  $\theta$ = ángulo de Bragg.

### 2.2.2. Actividad antimicrobiana de los nanotubos de dióxido de titanio (NDT)

La actividad antimicrobiana de los NDT se evaluó frente a *Listeria innocua* y *Escherichia coli* como modelos de bacteria Gram positiva y Gram negativa, respectivamente. Esta se comparó con la actividad de NPs-TiO<sub>2</sub> y co-TiO<sub>2</sub>, utilizando las condiciones de la normativa internacional ASTM E2149-13a con algunas modificaciones. Previo a cada experimento, cada cepa bacteriana se colocó en 10 mL en caldo de soya tréptico y se incubó a 37°C durante 16 horas para obtener células frescas en fase exponencial. El procedimiento antimicrobiano se desarrolló en dos etapas (A y B):

A. Concentraciones de 0,0035 g/mL de NPs-TiO<sub>2</sub> se dispersaron durante 20 minutos a 25°C en buffer fosfato (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,3 mM), y se agregó solución bacteriana  $\approx 10^6$  UFC/mL obtenida mediante una doble dilución de las células en fase exponencial. Se realizaron 3 ensayos con agitación e irradiación UV-A con el objetivo de elegir el ensayo antimicrobiano más efectivo: (i) NPs-TiO<sub>2</sub> + bacteria sin irradiación UV-A (NPs), (ii) NPs-TiO<sub>2</sub> + bacteria con irradiación UV-A durante 3 h (NPs-ID), y (iii) NPs-TiO<sub>2</sub> con irradiación UV-A durante 3 h + bacteria (NPs-IA). Además, con la finalidad de observar el efecto de la irradiación sobre los microorganismos se estudiaron dos muestras control de solución bacteriana sin irradiación (Cnt1) y con irradiación (Cnt2). Posteriormente, se prepararon diluciones seriadas de las muestras experimentales, se sembraron mediante microgotas en placas con agar Luria Bertani y se incubaron a 37°C durante 24 horas. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

B. Elegido el ensayo experimental en la etapa A, se prepararon muestras experimentales como se describe anteriormente. Concentraciones de 100, 200 y 300  $\mu$ g/mL de NPs-TiO<sub>2</sub>, co-TiO<sub>2</sub> y NDT se pusieron en contacto con solución de bacteria  $\approx 10^5$  UFC/mL y la actividad antimicrobiana en ambas etapas se expresó como la reducción logarítmica mediante la Ecuación (2):

$$\text{Reducción logarítmica} = \text{Log}_{10} \text{ muestra control} - \text{Log}_{10} \text{ muestra experimental} \quad (2)$$

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Resultados de difracción de rayos X

La Figura 1A muestra los difractogramas de las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> (NPs-TiO<sub>2</sub>), nanotubos de TiO<sub>2</sub> (NDT) y dióxido de titanio comercial (co-TiO<sub>2</sub>). El patrón de difracción de rayos X de las tres nanoestructuras presentaron la fase cristalina anatasa con peaks característicos a 2 $\theta$ : 25,3°; 36,8°; 37,7°; 38,1°; 47,9°; 53,8°; 54,9°; 62,6°; 68,7°; 70,1° y 74,9°, y la fase cristalina rutilo con peaks característicos a 2 $\theta$ : 27,4°; 36,1° y 56,2° (17–20). La mínima presencia de la fase rutilo en los NDT fue debido a la alta temperatura de calcinación utilizada en la obtención de los nanotubos (15) titanium dioxide nanotubes were obtained by an atomic layer deposition (ALD, ya que la fase cristalina anatasa es una fase metaestable y puede cambiar a rutilo entre los 400°C y

1000°C. El cálculo del tamaño del cristalito de los nanotubos de dióxido de titanio fue aproximadamente 23 nm.

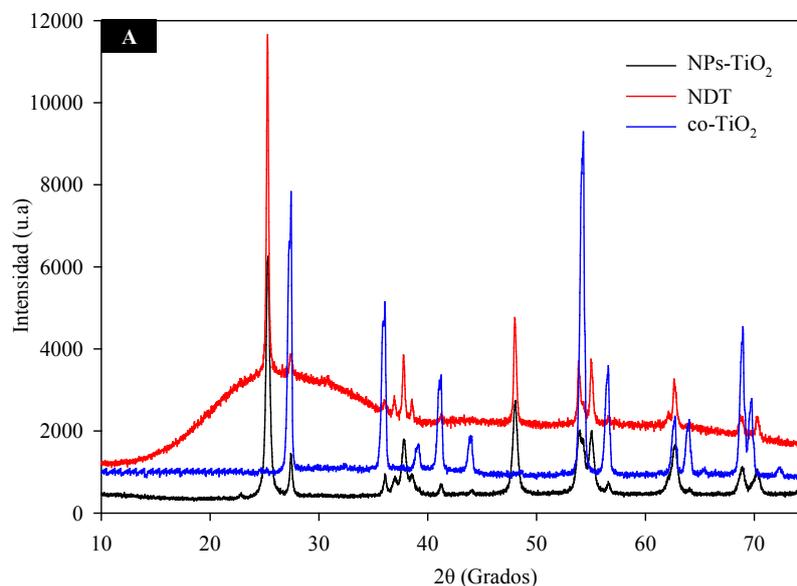


Fig. 1. Patrones de difracción de rayos X de nanopartículas de  $\text{TiO}_2$ , nanotubos calcinados NDT y dióxido de titanio comercial.

### 3.2. Resultados de actividad antimicrobiana

La Tabla 1 muestra los resultados de actividad antimicrobiana de las  $\text{NPs-TiO}_2$  de la etapa A (sección 2.2.2) frente a *Escherichia coli*. En el caso de la bacteria sin nanopartículas e irradiación con luz UV-A (Cnt1), el microorganismo se mantuvo en la concentración de trabajo inicial, pero cuando esta se irradió durante 3 horas ocurrió una reducción de 0,11 ciclos logarítmicos. De esta manera se evidenció que la luz presentaba un cierto carácter bactericida, pero con valores de reducción prácticamente despreciables. Por otro lado, cuando las  $\text{NPs-TiO}_2$  se pusieron en contacto durante 3 horas con la solución bacteriana sin irradiación (NPs) y cuando las  $\text{NPs-TiO}_2$  se irradiaron durante 3 horas y luego se pusieron en contacto con la solución bacteriana ( $\text{NPs-IA}$ ), presentaron valores similares de reducción de 2 ciclos logarítmicos. Un posible mecanismo de interacción entre las nanopartículas con moléculas biológicas es mediante atracción electromagnética debido a la diferencia de las cargas entre los dos sistemas, lo que produce oxidación del microorganismos y su muerte inmediata (21). Por último, cuando las  $\text{NPs-TiO}_2$  junto a la solución bacteriana ( $\text{NPs-ID}$ ) se irradiaron durante 3 horas ocurrió una reducción del 100% de las células, evidenciando una reducción de 6 ciclos logarítmicos. Este efecto ocurrió debido a la activación fotocatalítica del  $\text{TiO}_2$ , donde las nanopartículas cargadas positivamente afectan la viabilidad y el crecimiento de la célula al cambiar su permeabilidad, produciendo el bloqueo de consumo de nutrientes. Adicionalmente, los ROS producidos durante la foto-activación pueden causar la muerte del microorganismo (22). Con estos resultados, el tratamiento de la muestra  $\text{NPs-ID}$  fue elegido para evaluar la actividad antimicrobiana de los NDT y comparar con la actividad de las  $\text{NPs-TiO}_2$  y  $\text{co-TiO}_2$  a diferentes concentraciones (etapa B, sección 2.2.2).

Tabla 1. Reducción de células bacterianas expresadas en % de reducción y ciclos logarítmicos.

Muestra	UFC/mL	Reducción	
		% Reducción	Ciclos Log
Cnt1	2,83E+06	-	-
Cnt2	2,22E+06	21,8	0,11
NPs	1,68E+04	99,4	2,23
NPs-ID	0,00E+00	100	6,45
NPs-IA	6,50E+03	99,8	2,64

El estudio de la actividad antimicrobiana de las nanoestructuras NPs-TiO<sub>2</sub>, co-TiO<sub>2</sub> y NDT a diferentes concentraciones se muestra en la Tabla 2. En todos los tratamientos las nanoestructuras mantuvieron mayoritariamente la estructura cristalina anatasa (Figura 1), la cual presenta una mayor actividad fotocatalítica y actividad antimicrobiana debido a su brecha de banda de 3,2 eV (23). Los resultados antimicrobianos frente a *Escherichia coli* evidenciaron que los nanotubos tuvieron un mejor efecto antimicrobiano que las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> y dióxido de titanio comercial, con una reducción total bacteriana de 5 ciclos logarítmicos a una concentración de 200 ppm. Esto se atribuye a la morfología hueca de los NDT que permite una mayor área de contacto externa e interna (Figura 2c), y una mejor dispersión en las muestras produciendo una mejor interacción con el microorganismo. Por otro lado, los resultados de la actividad antimicrobiana de las nanoestructuras frente a *Listeria innocua* mostraron un efecto contrario. En este caso, las NPs-TiO<sub>2</sub> tuvieron mejor efecto antimicrobiano que los nanotubos calcinados y co-TiO<sub>2</sub> a todas las concentraciones de estudio. Esto se debe a la diferencia de estructuras celulares (pared celular) de los microorganismos, ya que las bacterias Gram+ poseen una pared celular de 250 Å de ancho compuesta de muchas capas de peptidoglicano y ácido teicoico, y una única membrana plasmática; mientras que las Gram (-) tienen una pared celular más compleja, compuesta de una delgada capa de peptidoglicano de 30 Å de ancho, una membrana externa de 80 Å compuesta de proteínas, lípidos y polisacáridos, y una membrana plasmática (23,24). Además, la Figura 2a-b evidenció que el tamaño de 20 nm y morfología circular de las NPs-TiO<sub>2</sub> les permitió mantener una mejor afinidad con la célula bacteriana y mejor eficiencia antimicrobiana, mientras que el co-TiO<sub>2</sub> no presentó actividad antimicrobiana frente a las dos bacterias, debido a su gran tamaño (100 nm) y su morfología irregular.

Tabla 2. Resultados de la actividad antimicrobiana de nanopartículas de TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> comercial y NDT frente a *E. coli* y *L. innocua*.

Escherichia coli						
Concentración (ppm)	NPs-TiO <sub>2</sub>		co-TiO <sub>2</sub>		NDT	
	UFC/mL	Reducción Logarítmica	UFC/mL	Reducción Logarítmica	UFC/mL	Reducción Logarítmica
0	4,58E+05	-	9,50E+05	-	3,95E+05	-
100	5,42E+03	1,93	1,32E+06	0,00	5,36E+04	0,87
200	5,17E+02	2,95	1,20E+06	0,00	0,00E+00	5,60
300	0,00E+00	5,66	1,10E+06	0,00	0,00E+00	5,60

Listeria innocua						
Concentración (ppm)	NPs-TiO <sub>2</sub>		co-TiO <sub>2</sub>		NDT	
	UFC/mL	Reducción Logarítmica	UFC/mL	Reducción Logarítmica	UFC/mL	Reducción Logarítmica
0	3,26E+05	-	6,40E+05	-	4,12E+05	-
100	1,42E+04	1,36	9,33E+05	0,00	1,01E+05	0,61
200	1,03E+03	2,50	9,67E+05	0,00	4,20E+04	0,99
300	7,17E+02	2,66	1,57E+06	0,00	5,05E+03	1,91

La actividad antimicrobiana del TiO<sub>2</sub> puede presentar diversos mecanismos relacionados con: tamaño de partícula, superficie activa del material, liberación de iones Ti<sup>4+</sup> y generación de ROS (OH<sup>-</sup>, O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, HO<sub>2</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Este último, es uno de los mecanismos más frecuentes de este óxido metálico, debido al daño que estas especies activas provocan en la membrana bacteriana produciendo la pérdida de las funciones esenciales del microorganismo y muerte (16,25). En este estudio se demostró que los NDT presentaron mejor actividad antimicrobiana frente a *L. innocua* y *E. coli*, en comparación con estudios anteriores (26–28).

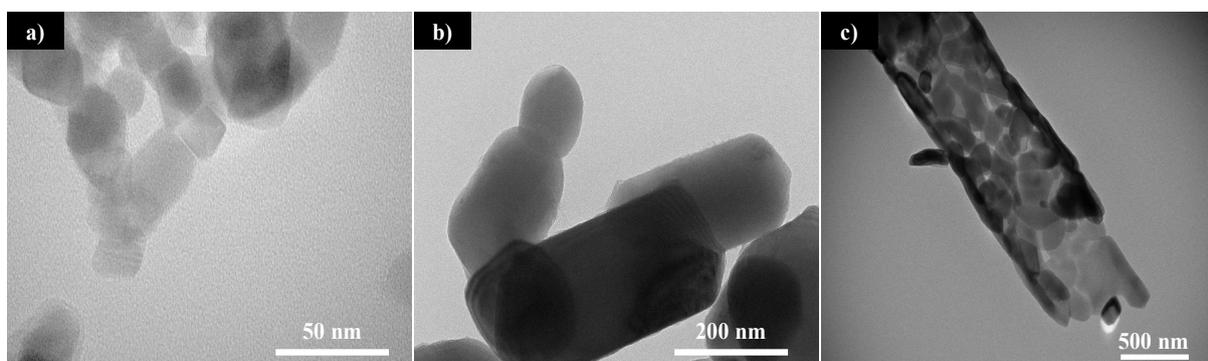


Fig. 2. Micrografías TEM de: (a) nanopartículas de TiO<sub>2</sub> (b) dióxido de titanio comercial, y (c) NDT.

#### 4. Conclusiones

En este estudio se demostró que nanotubos de dióxido de titanio obtenidos mediante la combinación de las técnicas de electrohilado y ALD presentaron mejor actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli*, en comparación con nanopartículas de dióxido de titanio y dióxido de titanio comercial. Además, cuando el TiO<sub>2</sub> y solución bacteriana se irradiaron juntos, el máximo efecto antimicrobiano ocurrió eliminando el 100% de las células. Finalmente, los análisis de difracción de rayos X demostraron que estas nanoestructuras exhibieron una estructura cristalina anatasa luego del proceso de calcinación a 600°C.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto Fondecyt Regular 1170624, Proyecto Basal CEDENNA FB0807 y Proyecto Fondecyt EQM120045. Además, la colaboración del grupo de investigación del Laboratorio de Nanomagnetismo de la Universidad de Santiago de Chile.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## Bibliografía

1. Dizaj SM, Lotfipour F, Barzegar-Jalali M, Zarrintan MH, Adibkia K. Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. *Mater Sci Eng C*. 2014 Nov;44:278–84. doi: 10.1016/j.msec.2014.08.031.
2. Aloui H, Khwaldia K. Natural Antimicrobial Edible Coatings for Microbial Safety and Food Quality Enhancement. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2016 Nov;15(6):1080–103. doi: 10.1111/1541-4337.12226
3. Donsì F, Ferrari G. Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. *J Biotechnol*. 2016;233:106–20. doi: 10.1016/j.jbiotec.2016.07.005.
4. Sportelli MC, Picca RA, Cioffi N. Recent advances in the synthesis and characterization of nano-antimicrobials. *TrAC Trends Anal Chem*. 2016;84:131–8. doi: 10.1016/j.trac.2016.05.002.
5. Fang RH, Jiang Y, Fang JC, Zhang L. Cell membrane-derived nanomaterials for biomedical applications. *Biomaterials*. 2017;128:69–83. doi: 10.1016/j.biomaterials.2017.02.041.
6. Parham S, Wicaksono DHB, Bagherbaigi S, Lee SL, Nur H. Antimicrobial Treatment of Different Metal Oxide Nanoparticles: A Critical Review. *J Chinese Chem Soc*. WILEY-VCH Verlag; 2016 Apr;63(4):385–93. doi: 10.1002/jccs.201500446.
7. Ghosh S, Das AP. Modified titanium oxide (TiO<sub>2</sub>) nanocomposites and its array of applications: A review. *Toxicol Environ Chem*. Taylor & Francis; 2015 May 28;97(5):491–514. doi: 10.1080/02772248.2015.1052204.
8. Raghunath A, Perumal E. Metal oxide nanoparticles as antimicrobial agents: A promise for the future. *Int J Antimicrob Agents*. 2017;49(2):137–52. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2016.11.011.
9. Yemmireddy VK, Hung Y-C. Using Photocatalyst Metal Oxides as Antimicrobial Surface Coatings to Ensure Food Safety-Opportunities and Challenges. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2017 Jul 1;16(4):617–31. doi: 10.1111/1541-4337.12267.
10. Vargas A, Ochoa Y, Ortegón Y, Mosquera P, Rodríguez J, Amado R. Nanopartículas de TiO<sub>2</sub>, fase anatasa, sintetizadas por métodos químicos. *Ing Desarro Univ del Norte*. 2011;29(2):186–201.
11. Peng Q, Sun X-Y, Spagnola JC, Hyde GK, Spontak RJ, Parsons GN. Atomic Layer Deposition on Electrospun Polymer Fibers as a Direct Route to Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Microtubes with Precise Wall Thickness Control. *Nano Lett*. American Chemical Society; 2007;7 (3):719–22. doi: 10.1021/NL062948I.
12. Raza MA, Kanwal Z, Rauf A, Sabri AN, Riaz S, Naseem S. Size- and Shape-Dependent Antibacterial Studies of Silver Nanoparticles Synthesized by Wet Chemical Routes. *Nanomater* (Basel, Switzerland). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2016 Apr 15;6(4). doi: 10.3390/nano6040074.
13. Villarreal-Gómez LJ, Cornejo-Bravo JM, Vera-Graziano R, Grande D. Electrospinning as a powerful technique for biomedical applications: A critically selected survey. *J Biomater Sci Polym Ed*. 2016 Jan 22;27(2):157–76. doi: 10.1080/09205063.2015.1116885.
14. Johnson RW, Hultqvist A, Bent SF. A brief review of atomic layer deposition: From fundamentals to applications. *Mater Today*. 2014;17(5):236–46. doi: 10.1016/j.mattod.2014.04.026.
15. López de Dicastillo C, Patiño C, Galotto M, Palma J, Alburquenque D, Escrig J. Novel Antimicrobial Titanium Dioxide Nanotubes Obtained through a Combination of Atomic Layer Deposition and Electrospinning Technologies. *Nanomaterials*. 2018 Feb 24;8(2):128. doi: 10.3390/nano8020128.

16. Sundrarajan. M, Bama. K, Bhavani. M, Jegatheeswaran. S, Ambika. S, Sangili. A, et al. Obtaining titanium dioxide nanoparticles with spherical shape and antimicrobial properties using *M. citrifolia* leaves extract by hydrothermal method. *J Photochem Photobiol B Biol.* 2017;171:117–24. doi: 10.1016/j.jphoto-biol.2017.05.003
17. Borbón-Núñez HA, Dominguez D, Muñoz-Muñoz F, Lopez J, Romo-Herrera J, Soto G, et al. Fabrication of hollow TiO<sub>2</sub> nanotubes through atomic layer deposition and MWCNT templates. *Powder Technol.* 2017 Feb;308:249–57. doi: 10.1016/j.powtec.2016.12.001.
18. Xie Y, Heo S, Yoo S, Ali G, Cho S. Synthesis and Photocatalytic Activity of Anatase TiO<sub>2</sub> Nanoparticles-coated Carbon Nanotubes. *Nanoscale Res Lett.* Springer; 2009 Dec 24;5(3):603–7. doi: 10.1007/s11671-009-9513-5.
19. He Z, Cai Q, Fang H, Situ G, Qiu J, Song S, et al. Photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub> containing anatase nanoparticles and rutile nanoflower structure consisting of nanorods. *J Environ Sci.* 2013 Dec;25(12):2460–8. doi: 10.1016/S1001-0742(12)60318-0.
20. Shi Y, Yang Y, Dong G, Jiang Y, Wei L, Su T, et al. Three-dimensional flower-like rutile TiO<sub>2</sub> microsphere composed of nanorods: a potential material as light scattering layer for DSSCs. *Chem Res Chinese Univ. Jilin University and The Editorial Department of Chemical Research in Chinese Universities;* 2017 Apr 14;33(2):298–304. doi: 10.1007/s40242-017-6363-z.
21. Jesline A, John NP, Narayanan PM, Vani C, Murugan S. Antimicrobial activity of zinc and titanium dioxide nanoparticles against biofilm-producing methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Appl Nanosci.* Springer Berlin Heidelberg; 2015 Feb 13;5(2):157–62. doi: 10.1007/s13204-014-0301-x.
22. Vimbela G, Ngo SM, Frazee C, Yang L, Stout DA. Antibacterial properties and toxicity from metallic nanomaterials. *Int J Nanomedicine.* Dove Press; 2017 May 24;Volume 12:3941–65. doi: 10.2147/IJN.S134526.
23. Lin C, Fu G, Vary P. Anatase TiO<sub>2</sub> Nanocomposites for Antimicrobial Coatings. *J Phys Chem B.* American Chemical Society; 2005;109(18):8889–8898. doi: 10.1021/JP0502196.
24. Erkan A, Bakir U, Karakas G. Photocatalytic microbial inactivation over Pd doped SnO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> thin films. *J Photochem Photobiol A Chem.* 2006 Dec;184(3):313–21. doi: 10.1016/j.jphotochem.2006.05.001.
25. Podporska-Carroll J, Panaitescu E, Quilty B, Wang L, Menon L, Pillai SC. Antimicrobial properties of highly efficient photocatalytic TiO<sub>2</sub> nanotubes. *Appl Catal B Environ.* 2015 Oct;176–177:70–5. doi: 10.1016/j.apcatb.2015.03.029.
26. Gutierrez FM, Olive, P, Banuelos, A, Orrantia E, Nino N, Sanchez E, et al. Synthesis, characterization, and evaluation of antimicrobial and cytotoxic effect of silver and titanium nanoparticles. *Nanomedicine Nanotechnology, Biol Med.* Elsevier; 2010 Oct 1;6(5):681–8. doi: 10.1016/J.NANO.2010.02.001.
27. Hajipour M, Fromm K, Ashkarran A, Jimenez de Aberasturi D, Ruiz de Larramendi I, Rojo T, et al. Antibacterial properties of nanoparticles. *Trends Biotechnol.* Elsevier Current Trends; 2012 Oct 1;30(10):499–511. doi: 10.1016/J.TIBTECH.2012.06.004.
28. Quintero RI, Rodriguez F, Bruna J, Guarda A, Galotto MJ. Cellulose Acetate Butyrate Nanocomposites with Antimicrobial Properties for Food Packaging. *Packag Technol Sci.* 2013 Aug 1;26(5):249–65. doi: 10.1002/pts.1981.

## ***Relación del conocimiento del etiquetado “Semáforo Nutricional” en el estado nutricional de adolescentes ecuatorianos***

*(List of labeling knowledge: “Nutritional traffic light” in the  
nutritional status of Ecuadorian adolescents)*

T. Carpio<sup>(1,2)\*</sup>, S. Betancourt<sup>(2)</sup>, L. Espinoza<sup>(3)</sup>, L. Cazho<sup>(4)</sup>

(1) Grupo de Investigación en Salud Pública, Universidad de Alicante, Alicante-España.

(2) Escuela de Nutrición y Dietética, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(3) Escuela de Posgrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(4) Escuela de Nutrición y Dietética, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Grupo de investigación en alimentación y Nutrición Humana (GIANH)  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba-Ecuador

### **RESUMEN**

El semáforo nutricional (SN) es un tipo de etiquetado de alimentos creado para mejorar la comprensión del contenido de nutrientes (sodio, azúcar y grasa) en los alimentos procesados. En Ecuador, el SN es de uso obligatorio desde el año 2012. Objetivo: Evaluar la relación del conocimiento del etiquetado SN en el estado nutricional de adolescentes ecuatorianos. Métodos: Estudio transversal. Con 599 adolescentes (14-18 años). Se recopilaban datos antropométricos, actividad física (IPAQ-A) e ingesta alimentaria utilizando 3 encuestas de recordatorio de 24 horas, el conocimiento del SN se evaluó con un cuestionario preparado para este fin: puntuaciones >5 significaron adecuado conocimiento (AC). Las relaciones entre las variables se determinaron mediante prueba t de student, utilizando el software STATA-14. Resultados: 55% de los adolescentes presentaron diagnóstico de sobrepeso, el 28% obesidad, según los indicadores IMC//Edad, el 48% un AC. Los adolescentes que mostraron inadecuado conocimiento evidenciaron medias más altas de IMC//edad, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera y porcentaje de masa grasa ( $p < 0.001$ ), no se encontró diferencias en la ingesta alimentaria y conocimiento del SN. Conclusiones: El conocimiento del SN puede estar relacionado con el sobrepeso-obesidad en

adolescentes, se necesita realizar más estudios para conocer cuál es el impacto de SN sobre el estado nutricional de la población en general.

**Palabras clave:** *Semáforo nutricional, estado nutricional, adolescentes, Ecuador.*

### **ABSTRACT**

Nutritional traffic light (NT) is a type of food labeling created to improve the understanding of nutrient content (sodium, sugar and fat) in industrialized foods. In Ecuador, the TN is mandatory since 2012. Objective: To evaluate the relationship of NT labeling knowledge in the nutritional status of Ecuadorian adolescents. Methods: cross-sectional study. With 600 teenagers (14-18 years old). Anthropometric data, physical activity (IPAQ-A), and food intake were collected using 3 reminder surveys of 24 hours. Knowledge of NT was assessed with a questionnaire prepared for this purpose: scores > 5 meant adequate knowledge (AK). The relationships between the variables were determined by student's T-test, using the STATA-14 software. Results: 55% of the adolescents presented a diagnosis of overweight and 28% of the adolescents presented a diagnosis of obesity according to the BMI indicators // age 48% presented a AK. Adolescents who presented inadequate knowledge presented higher

means of BMI // age, waist circumference, hip circumference and percentage of fat mass ( $p < 0.001$ ), no differences were found in food intake and NT knowledge. Conclusions: Knowledge of NT may be related to overweight-obesity in

adolescents, more studies are needed to establish these associations.

**Key Words:** Nutritional traffic light, nutritional status, adolescents, Ecuador.

## 1. Introducción

En los últimos años, se ha observado una transición tanto demográfica como de salud y nutrición. Cambios como un incremento de las enfermedades crónico no trasmisibles (ECNT) y una disminución de las enfermedades infecciosas. El aumento de sobrepeso y obesidad y la disminución de la desnutrición es una tendencia en América Latina y otros países del mundo, siendo estos un factor de riesgo importante para el padecimiento ECNT como la diabetes tipo 2 e hipertensión arterial, que se han convertido en la principal causa de mortalidad en América Latina.

La alimentación y la actividad física son conductas que se adquieren durante los primeros años de vida y se fortalecen en la edad adulta. En el Ecuador el 26% de adolescentes padecen de sobrepeso y obesidad, el grupo más afectado es de 12 a 14 años (27%) en relación con los de 15 a 19 años (24,5%) (1).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone, como una de las medidas para controlar el aumento de ECNT, la reducción de la cantidad de sal, grasas y azúcares en los alimentos elaborados, así como controlar la publicidad de alimentos de bajo valor nutricional (1).

Este nuevo perfil epidemiológico de la población ecuatoriana, llevo al gobierno a regular el etiquetado de los alimentos procesados con el fin de informar a la población sobre la cantidad de grasas, azúcar y sal que están consumiendo, está política entro en vigencia en el año 2012 de forma obligatoria para todas las empresas nacionales y extranjeras. Utilizando, el código de colores rojo (alto), amarillo (medio) o verde (bajo) (2). Un producto tiene bajo contenido de azúcar cuando contiene 2,5 g /100 mL de producto líquido y 5 g/100 g de producto sólido. Bajo contenido de grasa cuando tiene menos o igual a 3g en 100g de producto solido y menos o igual a 1,5g en 100mL, para líquidos; en cuanto al contenido de sal (sodio), un producto que registra menos o igual a 120mg de sodio en 100g en solidos y menos o igual a 120mg de sodio en 100mL, en líquidos, sera calificado como bajo en sal (sodio). Si el producto cumple con este requerimiento, entonces se colocará en el producto tres círculos verdes y dentro de cada uno de estos, se escribirá “bajo en azúcar” “bajo en grasa” “bajo en sal (sodio)” (3) respectivamente.

A continuación, se mencionan los rangos utilizados para cada categoría. Bajo: ( $\leq 2,5$  g /100 ML,  $\leq 1.5$ g/100ML,  $\leq 120$ mg/100ML de azúcar, grasa y sal respectivamente; medio:  $> 2.5$  y  $< 7.5$ g/100ML,  $> 1.5$  y  $< 10$ g/100ML, y  $> 120$  y  $< 600$ mg/100ML de azúcar, grasa y sal respectivamente y alto:  $\geq 7.5$ g/100ML,  $\geq 10$ g/100ML y  $\geq 600$ mg/100g de azúcar, grasa y sal respectivamente para productos líquidos. Bajo:  $\leq 5$  y menor/100g,  $\leq 3$ g/100g y  $\leq 120$ mg en 100g, de azúcar, grasa y sal respectivamente; medio:  $> 5$  y  $< 15$ g/100g,  $> 3$  y  $< 20$ g/100, y  $> 120$  y  $< 600$ mg/100g de azúcar, grasa y sal respectivamente; alto:  $\geq 15$ g/100g, medio:  $\geq 20$ g/100g y  $\geq 600$ mg/100g de azúcar, grasa y sal respectivamente productos sólidos (2).

Varios estudios sugieren que el semáforo nutricional es el tipo de etiquetado más útil para identificar alimentos saludables de tal manera que permite hacer un juicio rápido de la calidad nutricional de los alimentos, especialmente para las personas que no disponen del tiempo suficiente o de conocimientos nutricionales necesarios para ello (2, 4).

Un estudio realizado en España (2) menciona que el semáforo nutricional, es un sistema de etiquetado positivo desde el punto de vista de comprensión y conocimiento del contenido de productos procesados, además a los consumidores, les gusta la idea de disponer de información simplificada en la parte frontal del envase (5). Sin embargo, en el Ecuador no se han realizado estudios sobre el nivel de comprensión y uso del SN, en población adolescente. Por esta razón, la investigación sobre la relación de los conocimientos, actitudes y prácticas del semáforo nutricional en la población ecuatoriana todavía es necesaria para ayudar al diseño y desarrollo de políticas de salud (6,7), en el caso de Ecuador, se podría poner énfasis en la educación nutricional.

En base a lo señalado anteriormente, el objetivo de este trabajo fue evaluar la relación de los conocimientos, actitudes y prácticas del etiquetado semáforo nutricional en el estado nutricional de adolescentes ecuatorianos.

## **2. Materiales y Métodos**

Se llevó a cabo un estudio transversal con 599 adolescentes en edades comprendidas entre 14 y 16 años de los Colegios: Maximiliano Spiller de la ciudad del Tena y Vicente Anda Aguirre de la ciudad de Riobamba en Ecuador. Los datos fueron recolectados entre agosto 2017 y junio 2018.

Se utilizó un tipo de muestreo no probabilístico en el que se trabajó con 160 adolescentes del Colegio Maximiliano Spiller y 340 adolescentes del Colegio Vicente Anda Aguirre. Los participantes de este estudio fueron seleccionados en función de los criterios de inclusión: adolescentes en edades comprendidas de 14 a 18 años, de ambos sexos, que se encontraban legalmente matriculados en sus instituciones educativas y con la autorización mediante un consentimiento informado (personal y de su representante legal). Se excluyó del estudio a las adolescentes en período de gestación.

### *2.1. Determinación de características generales y Estado Nutricional*

Para la obtención de datos sociodemográficos se usaron cuestionarios estandarizados. Dentro de las determinaciones antropométricas se realizó la toma de: peso, talla, circunferencia de la cintura y porcentaje de masa grasa utilizando los lineamientos de la “International Society for the Advancement of Kinanthropometry” (ISAK Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría) (8). Se utilizó una balanza de bioimpedancia marca In Body modelo 120, un estadiómetro y una cinta antropométrica. El estado nutricional de los participantes se evaluó con el programa Anthro Plus V-10.4 (9) y se calculó el puntaje Z del Índice de Masa Corporal (IMC, Kg/m<sup>2</sup>) y la talla para la edad (Talla/edad). Los puntos de cohorte fueron utilizados basándose en los criterios de la National Health and Nutrition Examination Survey (NANHES) (10).

## 2.2. *Evaluación de la ingesta energética y macronutrientes*

Para determinar la ingesta energética se usaron cuestionarios estandarizados. Se aplicaron 3 recordatorios de 24 horas, que fueron tomados en dos días entre semana y un día de fin de semana o festivo, posteriormente se utilizó la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos para obtener las cantidades de energía (kcal), y macronutrientes: proteínas (g), grasas (g) e hidratos de carbono (g). El porcentaje de adecuación de ingesta energética fue calculado acorde a las recomendaciones del Instituto Nacional de Medicina de los Estados Unidos (11) según edad y sexo.

## 2.3. *Determinación del nivel de actividad física*

Para la determinación del nivel de actividad física se utilizó el formulario IPAQ-A (International Physical Activity Questionnaire – Adolescents; (12)

## 2.4. *Determinación del nivel de conocimiento y uso del etiquetado semáforo nutricional*

El conocimiento sobre el etiquetado semáforo nutricional se determinó con la aplicación de una encuesta semi estructurada (anexa al documento) la cuál consistía de 13 preguntas sobre conocimientos (ítems 1-6 y 11-13), actitudes (ítem 7 y 10) y prácticas (ítem 8 y 9) respecto al semáforo nutricional. El puntaje mínimo que se podía obtener en base al score fue de 0 puntos y el puntaje máximo de 10 puntos. Posteriormente se categorizó a los adolescentes en dos grupos: los que presentaban puntajes de entre 0-5 puntos (Inadecuado conocimiento) y >5 puntos (Adecuado conocimiento). Debido a que no se cuenta con un instrumento validado para medir el conocimiento sobre el etiquetado semáforo nutricional, se elaboró el cuestionario mencionado en el párrafo anterior en esta misma investigación. Previo a su aplicación se realizó un estudio piloto para valorar la comprensión de las preguntas y las observaciones que el grupo piloto pudo presentar al instrumento. Se anexa el cuestionario al final de este artículo.

## 2.5. *Análisis estadístico*

El análisis estadístico fue realizado en el paquete estadístico STATA en su versión 14.0 (13) previo al cálculo de los puntajes Z de Talla/Edad y BMI/Edad realizados en el software estadístico Anthro Plus versión 10.4. (9). Los datos estadísticos fueron presentados en números y porcentaje para variables cualitativas y en número, desviación estándar, mínimo y máximo en variables cuantitativas. El análisis estadístico de las variables fue realizado mediante ANCOVA y se ajustó los análisis en función de edad, sexo, actividad física y nivel de instrucción de la madre, padre o cuidador. La significancia estadística para todas las pruebas fue asumida cuando el valor de p fue <0.05.

# 3. **Resultados y Discusión**

## 3.1. *Resultados: Características generales de la población en estudio*

Se encontró un valor mínimo de edad en la población, de 168 meses, que equivalen a 14 años y un máximo de 216 que equivalen a 18 años. La distribución por sexo fue bastante homogénea presentando el sexo femenino un 50.8%. El nivel de actividad física con mayor porcentaje fue la actividad física moderada (52,4%), mientras que el nivel de instrucción de la madre con mayor porcentaje fue la instrucción bachillerato completo (65,8%).

El mayor porcentaje de los adolescentes fueron definidos como estrato popular medio 94.3%. (Tabla 1).

*Tabla 1. Características generales de la población en estudio.*

<b>Variables</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Edad (meses)	168	216	188.51	20.36
<b>Sexo</b>	<b>N</b>		<b>%</b>	
Mujer	305		50.8	
Hombre	295		49.2	
<b>Actividad física</b>	<b>N</b>		<b>%</b>	
Alta	151		25.2	
Baja	134		22.4	
Moderada	315		52.4	
<b>Nivel de instrucción de la madre, padre o cuidador</b>	<b>N</b>		<b>%</b>	
Primaria	65		10.9	
Bachillerato completo	394		65.8	
Superior	140		23.4	
<b>Estrato Popular</b>	<b>N</b>		<b>%</b>	
Estrato popular medio	565		94.3	
Estrato popular alto	35		5.7	

### 3.2. Resultados: Características antropométricas y de ingesta alimentaria en la población de estudio

Se encontró una media de peso corporal de 69.84 Kg, una media de talla de 162 cm, una media de circunferencia de cintura de 92 cm y una media de porcentaje de masa grasa de 33,41%.

Se realizó un análisis del estado nutricional en base a indicadores antropométricos: Diagnóstico Talla/edad 93,5% normal, diagnóstico IMC//edad 55% con sobrepeso.

El diagnóstico de riesgo metabólico se realizó con el Índice Cintura-Cadera (ICC), con un 35% de adolescentes con riesgo cardiometabólico muy aumentado y un 86% con un porcentaje de masa grasa alto, en función de las mediciones realizadas.

En cuanto a la ingesta energética y de nutrientes, se encontró un consumo promedio de 2 565 kcal/día, en base al porcentaje de adecuación indica que un 93.2% de adolescentes presenta un consumo energético en exceso. (Tabla 2).

*Tabla 2. Características antropométricas y de ingesta alimentaria de la población de estudio.*

<b>Variable</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Peso (kg)	54.9	89.0	69.84	8.55
Talla (m)	1.50	1.77	161.71	5.89
Talla/edad	-2.30	1.28	-0.54	0.82
IMC//edad	1.22	3	2.28	0.45
Circunferencia de la cintura (cm)	65	106	92.00	10.67
Circunferencia de la cadera (cm)	87	113	105.06	7.45
Índice cintura cadera	0.64	1.07	0.88	0.09

Porcentaje de masa grasa (%)	12	44	33.41	8.85		
<b>Diagnósticos de indicadores nutricionales</b>						
Talla//edad; n (%)	Normal	561 (93.5)		Baja talla	39 (6.5)	
IMC//edad; n (%)	Normal	102 (17)	Sobrepeso	330 (55)	Obesidad	168 (28)
Riesgo metabólico*; n (%)	Normal	195 (32.5)	Riesgo aumentado	195 (32.5)	Riesgo muy aumentado	210 (35.0)
Masa grasa; n (%)	Normal	83 (14)	Alto	516 (86)		
<b>Ingesta alimentaria</b>						
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>		
Energía (kcal//día)	1809.5	3945.7	2565.38	385.11		
Proteína (g/día)	45.7	244.3	89.72	24.32		
Grasas (g/día)	36.5	378.1	163.58	55.32		
Hidratos de carbono (g/día)	33.7	644.9	313.81	75.21		
<b>Adecuación del consumo energético</b>						
		<b>N</b>	<b>%</b>			
Consumo energético normal		34	5,7			
Consumo energético en exceso		558	93,2			
Consumo energético en déficit		7	1,2			

\* Riesgo metabólico medido por circunferencia de la cintura

### 3.3. Resultados: Análisis del nivel de conocimiento sobre el semáforo nutricional

En base al puntaje total sobre el conocimiento del semáforo nutricional se pudo determinar que el 48% de los adolescentes poseen un inadecuado conocimiento sobre el semáforo nutricional. (Figura 1).

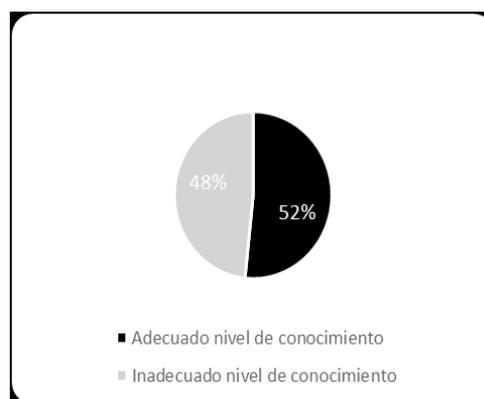


Fig. 1. Nivel de conocimiento sobre el etiquetado semáforo nutricional en adolescentes ecuatorianos.

### 3.4. Resultados: Relación entre el nivel de conocimiento sobre el semáforo nutricional y el estado nutricional de adolescentes ecuatorianos

Se observó que los adolescentes con adecuado conocimiento (AC) sobre el semáforo nutricional, presentaron medias de peso corporal más bajas respecto al grupo que presentó un inadecuado conocimiento (IC). De la misma manera, un IMC/edad más bajo se evidenció en los adolescentes con AC (1.42) respecto a los adolescentes con IC (1.99). Se pudo observar

también un ligero incremento en la circunferencia de la cintura en los adolescentes con IC (92.92 cm) respecto a los adolescentes con AC (91.13) sin embargo, estas diferencias no son clínicamente importantes, aunque si estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ). El porcentaje de masa grasa fue menor en los adolescentes con AC (32.71%), respecto a los adolescentes con IC (34.16%).

Finalmente, no se encontraron diferencias importantes en cuanto a consumo energético y de macronutrientes en el grupo de adolescentes con AC respecto al grupo de adolescentes con IC. Todas las relaciones fueron ajustadas por edad, sexo, actividad física e instrucción de la madre, padre o cuidador (Tabla 3).

*Tabla 3. Relación entre el nivel de conocimiento de adolescentes ecuatorianos con datos antropométricos y datos de ingesta alimentaria.*

Variable	Adecuado nivel de conocimiento		Inadecuado nivel de conocimiento		P valor
	n=	310	n=	290	
	Media	DE	Media	DE	
Peso (kg)	66.22	5.64	73.73	9.39	<b>&lt;0.001</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24.16	5.43	26.44	6.76	<b>&lt;0.001</b>
IMC/edad (z-score)	1.42	0.32	2.29	0.51	<b>&lt;0.001</b>
Circunferencia de la cintura	91.13	10.69	92.93	10.60	<b>0.039</b>
Circunferencia de la cadera	103.79	6.72	106.4	7.95	<b>&lt;0.001</b>
Porcentaje de masa grasa	32.71	7.96	35.16	9.68	<b>&lt;0.001</b>
<b>Ingesta alimentaria</b>					
Energía (kcal/día)	2960.42	390.56	2970.69	378.78	0.745
Proteína (g/día)	89.16	22.48	90.31	26.17	0.920
Carbohidratos (g/día)	315.29	73.20	312.22	77.40	0.984
Grasas (g/día)	163.68	56.75	163.46	53.83	0.550

### 3.5. Discusión

Pocos estudios han evaluado el impacto o relación que tiene el etiquetado semaforo nutricional en el estado nutricional de un individuo, hasta la actualidad no se han desarrollado estudios sobre este tema en población adolescente. Es por tanto de gran interés la investigación acerca de como el nivel de comprensión de este tipo de instrumento que, además, tiene el criterio obligatorio en el territorio ecuatoriano, puede influir sobre el estado nutricional de la población adolescente.

Estudios como el de Sacks et al 2011 señalan que la información nutricional de un producto alimenticio, podría mostrar importantes aportes en el estado de salud de las poblaciones (14), por ejemplo, estos autores señalan que el etiquetado semáforo nutricional podría ofrecer una excelente relación calidad-precio como medidas de prevención de la obesidad, este resultado se basa en sus observaciones con respecto a la reducción de 1.3 kg del peso corporal promedio de su grupo muestral. En el presente estudio, no se pudo realizar una evaluación intra sujeto de los cambios producidos en el peso corporal del grupo de adolescentes estudiados, antes y después de la implementación del SN, sin embargo se observó que el grupo que tiene un mejor conocimiento sobre el uso de este etiquetado, presentó una media de peso mas baja respecto al grupo poblacional con un inadecuado nivel de conocimiento .

La OMS apoya la norma de etiquetado nutricional desde sus lineamientos de alimentación saludable. Estudios han demostrado que el SN ha tenido un efecto positivo en el conocimiento y comprensión del contenido de los productos procesados (2, 15). Las prácticas relacionadas a la compra y consumo de alimentos procesados mejoran a través de la promoción de la política del etiquetado nutricional, control de la comercialización, y el monitoreo y la vigilancia de su implementación (2, 16)

El éxito del SN ha sido comprobado en Reino Unido, donde se señalan ventajas en relación a otros sistemas tanto para los consumidores como para los profesionales de la salud cualificados debido a que el SN es altamente informativo (2). Sin embargo, en el presente estudio se pudo observar que un buen porcentaje de adolescentes no tenía un conocimiento adecuado sobre la información e importancia de este sistema de etiquetado, por lo que los esfuerzos de las políticas públicas ecuatorianas podrían verse afectadas.

En este mismo sentido y aunque no todas las investigaciones apoyen la idea de que es probable que el etiquetado del SN tenga un efecto sobre el comportamiento, algunos autores argumentan que el SN puede influir en los patrones de compra del consumidor únicamente a largo plazo (2,17). Norman J. Temple (2014) en su artículo concluye que el sistema de las etiquetas de alimentos utilizado en Estados Unidos y Canadá deberían ser rediseñadas usando un sistema de SN, que éste, no solo busque que los ciudadanos puedan tener una elección más consiente, sino también, como una manera de incentivo para que las industrias reformulen la cantidad de grasas, azúcar y sal que se colocan en sus preparaciones (18). En el Ecuador muchas de las industrias de alimentos procesados han modificado sus formulas con el fin de presentar un SN con las mejores características para los consumidores.

Por otro lado, en este estudio se ajustaron las relaciones estadísticas en base al nivel de instrucción de la madre, padre o cuidador, entre otras variables, debido a que en población infantil y adolescente, la educación o preparación se encuentra a cargo del adulto (19). Las relaciones significativas se mantuvieron pese a realizar este ajuste, por lo que se reitera el gran peso que podría tener el adecuado conocimiento del SN en el estado de salud de las poblaciones.

Otra de las variables con las que se ajustó en este estudio las relaciones estadísticas fue el estrato popular, basándonos en que en el estudio llevado a cabo por Kelly y sus colaboradores (20), se proporciona suficiente evidencia para sugerir que el etiquetado SN permite identificar los productos más saludables en mayor medida a los consumidores con un estatus socioeconómico más bajo y, por tanto, aquellos que tienen mayor riesgo de padecer obesidad MacLaren 2007 (21). En este estudio el mayor porcentaje de adolescentes presenta estrato popular medio, por lo cual esta relación no representó un problema. El estudio de diseño experimental aleatorio de Borgmeier (4) realizado en Alemania en 420 adultos, demostró que las etiquetas de alimentos con SN múltiple ayudaron a los consumidores a distinguir entre alimentos sanos y alimentos menos sanos, particularmente en relación con el peso corporal (22). Sin embargo, fue poco probable que tales cambios en la percepción de los alimentos más saludables fueran a influir en la elección y consumo de los mismos. En nuestro estudio, se observó un porcentaje elevado de adolescentes que presentaron un AC sobre el SN, sin embargo, aún es preocupante las altas cifras de sobrepeso y obesidad en la muestra total, por lo tanto tener un adecuado conocimiento podría ser insuficiente a la hora de la puesta en práctica los hábitos saludables en esta población, por lo que se sugiere que a más de una campaña educativa sobre el SN se sensibilice a la población sobre los riesgos de una alimentación poco saludable, rica en azúcar, grasas y sal sobre el estado de salud en general de la población (23).

Finalmente, se debe recalcar que según datos nacionales: el 81,5% de adolescentes ecuatorianos de 10 a 19 años refieren haber consumido bebidas azucaradas (gaseosas, bebidas energizantes o jugos procesados), siendo mayor el consumo en adolescentes de 15 a 19 años (84%). Más de un tercio (34%) de los adolescentes son inactivos, el 38,1% es irregularmente activo y menos de tres de cada diez son activos, los patrones de sedentarismo son distintos entre ambos sexos, siendo las mujeres más sedentarias que los hombres (1, 24), por lo que se debe mencionar que este grupo poblacional requiere urgentemente intervenciones para mejorar su estilo de vida, que repercutirá en su estado de salud a corto y largo plazo, observándose en este estudio, altos porcentajes de sobrepeso y obesidad. El estudio de Arrúa y colaboradores (25) mostró que el etiquetado SN influye positivamente en las elecciones alimentarias de la población infantil, por lo que se reitera que este instrumento posee un gran potencial para contribuir con las políticas de salud de la población.

#### **4. Conclusiones**

El adecuado conocimiento sobre el semáforo nutricional puede influir positivamente en un mantenimiento de peso corporal más adecuado, así como una composición corporal más saludable, se sugiere realizar campañas educativas y de sensibilización sobre el uso y puesta en práctica del SN. Se requieren estudios más profundos que analicen el uso, prácticas y creencias sobre el etiquetado SN en población adolescentes para llegar a conclusiones más precisas.

#### **Agradecimientos y Financiamiento**

Los autores extienden su agradecimiento a los estudiantes de los Colegios „Maximiliano Spiller“ y „Vicente Anda Aguirre“. Este proyecto no recibió ningún tipo de financiación para su realización. Los autores no expresan conflicto de intereses en el presente trabajo.

#### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses en la realización del presente trabajo.

#### **Bibliografía**

1. Freire, W. Ramírez, M. Belmont, P. Mendieta, M. Silva, M. Romero N et al. Resumen Ejecutivo. Tomo I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador. ENSANUT-ECU 2011-2013. 3<sup>ra</sup> Ed. Quito, Ecuador.; 2013.
2. Babio N, López L, & Jordi Salas-Salvado. 2013. Análisis de la capacidad de elección de alimentos saludables por parte de los consumidores en referencia a dos modelos de etiquetado nutricional; estudio cruzado. *Nutr. Hosp*;28(1):173-181.
3. Ecuador, Ministerio de Salud Pública. 2013. Expídase el Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano. Acuerdo 00004565. Primer Suplemento del Registro Oficial, 134.
4. Ecuador, Ministerio de Salud Pública. 2013. Expídase el Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano. Acuerdo 00004565. Primer Suplemento del Registro Oficial, 134.
5. Möser A, Hoefkens C, Camp J, Verbeke W. 2010. Simplified nutrient labelling: consumers' perceptions in Germany and Belgium. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*; 5(2): 169-180.

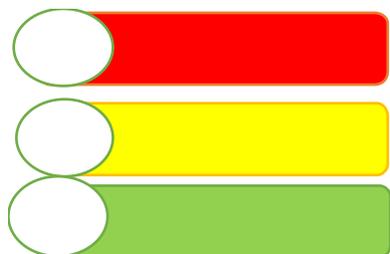
6. Arrúa A, Machín L, Curutchet MR, Martínez J, Antúnez L, Alcaire F, Giménez A, Ares G. 2017. Warnings as a directive front-of-pack nutrition labelling scheme: comparison with the Guideline Daily Amount and traffic-light systems. *Public Health Nutr.* Sep;20(13):2308-2317. doi: 10.1017/S1368980017000866.
7. Roberto, C. A., Pomeranz, J. L., & Fisher, J. O. 2014. The need for public policies to promote healthier food consumption: A comment on Wansink and Chandon . *Journal of Consumer Psychology*, 24, 438e445.
8. Marfell-Jones M, Stewart A, Carter L. *Internacional standards for anthropometric assessment ISAK*. 1ª ed. Potchefstroom, South Africa: Int. Soc. for the Adv. Kinanthropometry; 2006.
9. World Health Organization. 2011. *AnthroPlus Software for assessing growth of the world's children and adolescents*. 1: 12-13.
10. Nhanes. *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)*. 2007. *Anthropometry Procedures Manual*. :1-102.
11. Food and Nutrition Board (FNB). 2005. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. Washington, D.C.: National Academies Press; 1332 p.
12. Kowalski K, Crocker P, Donen R. 2004. *The Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A) Manual*. Canada: College of Kinesiology, University of Saskatchewan. 1-38 p.
13. Stata Technical Support. *Stata Statistical Software [programa estadístico]*. Versión 14.0. Texas; 2014.
14. Leon-Flández KA, Prieto-Castillo L, Royo-Bordonada MA. 2015. Semáforo nutricional: conocimiento, percepción y utilización entre los consumidores de Madrid, Espana. *Rev. Esp Nutr Hum Diet*; 19(2):97-104. DDi:10.14306/renhyd. 19.2.150
15. Leon-Flández KA, Prieto-Castillo L, Royo-Bordonada MA. 2015. Semáforo nutricional: conocimiento, percepción y utilización entre los consumidores de Madrid, Espana. *Rev. Esp Nutr Hum Diet*; 19(2):97-104. DDi:10.14306/renhyd. 19.2.150
16. Norman J.Temple .Joy Fraser. 2014. Food labels: A critical assessment. *Nutrition*. Volume 30, Issue 3, March 2014, Pages 257-260. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.06.012>
17. Ramos P, Carpio V, Delgado V, Villavicencio D, Andrade C, Fernández J. Actitudes y prácticas de la población en relación al etiquetado de tipo “semáforo nutricional” en Ecuador. *Rev Esp Nutr Hum Diet [Internet]*. 2017 [citado 9 de noviembre del 2018]; 21(2): 121-9. doi 10.14306/renhyd.21.2.306. Disponible en: <http://www.renhyd.org/index.php/renhyd/article/view/306/230>.
18. Morales Rodríguez FA, Berdonces Gago A, Guerrero Anarte I, Peñalver Moreno JP, Pérez Ramos L, Latorre-Moratalla ML. 2017. Evaluación de los anuncios de alimentos procesados y ultra procesados en la televisión en España, aplicando el modelo de Semáforo Nutricional de Reino Unido. *Rev Esp Nutr Hum Diet.*; 21(3): 221-9. doi: 10.14306/ renhyd.21.3.348
19. Razeto, Alicia. 2016. El involucramiento de las familias en la educación de los niños: Cuatro reflexiones para fortalecer la relación entre familias y escuelas. *Rev Scielo Uruguay [Intenet]*. 2016 [citado el 11 de noviembre de 2018]. vol.9 no.2. disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S168874682016000200007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168874682016000200007&lng=es&tlng=es).
20. Kelly B, Hughes C, Chapman K, Louie JC, Dixon H, Crawford J, et al. 2009. Consumer testing of the acceptability and effectiveness of front-of-pack food labelling systems for the Australian grocery market. *Health Promot.* ; 24(2): 120-129.
21. McLaren L. 2007. Socioeconomic status and obesity. *Epidemiol. Reviews*, 29 (1). 29-48.

22. Chulani VL, Gordon LP. 2014. Adolescent growth and development. *Prim Care*. Sep;41(3):465–87.
23. Malam S, Clegg S, Kirwan S, McGinival S. BMRB Social Reseach. Comprehension and use of UK nutrition signpost labelling schemes. [Internet]. 2009. [citado el 23 de enero de 2019]. London: Food Standards Agency. Disponible en: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/pmpreport.pdf>.
24. Sacks G, Veerman JL, Moodie M, Swinburn B 2011. ‘Traffic-light’ nutrition labelling and ‘junk-food’ tax: a modelled comparison of cost-effectiveness for obesity prevention. *Int J Obes (Lond)*. 2011 Jul;35(7):1001-9. doi: 10.1038/ijo.2010.228.
25. Arrúa A, Curutchet MR, Rey N, Barreto P, Golovchenko N, Sellanes A, Velazco G, Winokur M, Giménez A, Ares G. 2017. Impact of front-of-pack nutrition information and label design on children’s choice of two snack foods: Comparison of warnings and the traffic-light system. *Apetite*. Sep 1; 116:139-146. doi: 10.1016/j.appet.2017.04.012.

## Anexo

**Encuesta dirigida a adolescentes ecuatorianos sobre conocimientos, actitudes y prácticas sobre el etiquetado semáforo nutricional.**

**1. ¿Ha visto este grafico? Marque con una x.**



Si ..... no.....

**2. ¿Comprende el significado del semáforo nutricional (SN)?**

Si..... no .....

**3. ¿El color rojo en el semáforo nos indica que el contenido de azúcar, grasa y sal del alimento es?:**

Muy bueno .... Bueno .... Malo.... Muy malo

**4. ¿El color amarillo en el semáforo nos indica que el contenido de azúcar, grasa y sal del alimento es?:**

Muy bueno .... Bueno .... Malo.... Muy malo

**5. ¿El color verde en el semáforo nos indica que el contenido de azúcar, grasa y sal alimento es?:**

Muy bueno .... Bueno .... Malo.... Muy malo

**6. ¿Qué componentes se muestran en el semáforo nutricional?, señale todas las opciones que considere correctas:**

Grasas.... Vitaminas.... Sal.... Colorantes... Proteínas... Azucares....

**7. ¿Le parece útil la información del semáforo nutricional?**

Muy útil..... medianamente util ..... nada útil.....

**8. ¿Al momento de comprar algún producto usted se fija en el semáforo nutricional?**

Siempre..... ocasionalmente..... Nunca.....

**9. Desde que apareció el semáforo nutricional en los alimentos usted a:**

... Eliminado el consumo de ciertos alimentos

... Reducido el consumo de ciertos alimentos

.... Mantenido el consumo de ciertos alimentos

**10. ¿Cree usted que el sobrepeso y obesidad se ve relacionado con el consumo de alimentos en lo que el semáforo nutricional marca con color rojo (alto)?**

.... si ....no ....talvez

**11. Escriba un ejemplo de alimento que usted recuerde haber visto que son altos en azúcar según el SN**

**12. Escriba un ejemplo de alimento que usted recuerde que son altos en sal según el SN**

**13. Escriba un ejemplo de alimento que usted recuerde que son altos en grasa según el SN**

**Puntuaciones**

Items	Valoración
1 y 2	Si=1 No=0
3, 4 y 5	Muy bueno=0 Bueno=0 Malo= 0.50 Muy malo=1
6	Grasas=0.50 Vitaminas=0 Sal=0.50 Colorantes=0 Proteínas=0 Azúcares=0.50
7	Muy útil=1 medianamente útil=0.50 nada útil.....
8	Siempre=1 ocasionalmente=0.50 Nunca=0
9	Eliminado el consumo de ciertos alimentos=1 Reducido el consumo de ciertos alimentos=0.5 Mantenido el consumo de ciertos alimentos=0
10	Si=1 No=0 Talvez=0.50
11,12 y 13	1 punto si escribe la opción correcta
Total	Puntaje mínimo 0 puntos, máximo 10 puntos.

## *Promoción de la salud sexual y reproductiva para estudiantes universitarios ecuatorianos*

*(Promotion of sexual and reproductive health  
for ecuadorian university students)*

R. Saeteros\*, E. Ortiz, M. Barroso

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155.

\*Correspondencia. 0960048990. rsaeteros@esPOCH.edu.ec (R Saeteros)

### **RESUMEN**

**Introducción:** disponer de información científica sobre sexualidad es un derecho que contribuye a alcanzar un nivel elevado de salud sexual y reproductiva. **Materiales y Métodos:** con el objetivo de promocionar la salud sexual y reproductiva en universitarios, se realizó una investigación de desarrollo tecnológico, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador, utilizándose el modelo PRECEDE – PROCEDE. Las primeras fases permitieron identificar las necesidades educativas en dos grupos de estudiante, agrupados en la Facultad de Salud Pública y del resto de las facultades; a partir de ello, con participación de estudiantes pares, se diseñó y aplicó la estrategia. La evaluación se realizó mediante un estudio cuasi experimental con un diseño de antes-después con grupo control. **Resultados:** se identificaron deficiencias en sus conocimientos, mitos y creencias distorsionadas; se evidenció comportamientos de riesgo en su sexualidad; no se demostró que los estudiantes del área de salud tuvieran en gran magnitud, diferentes necesidades que el resto de las facultades. La estrategia educativa diseñada en correspondencia a las necesidades fue construida por jóvenes para jóvenes; contó con recursos metodológicos y materiales para fomentar la salud sexual y reproductiva **Conclusiones:** la estrategia de promoción de salud, favoreció la educación sexual de los estudiantes universitarios incluidos en la investigación, al lograrse cambios en variables generadoras de conductas sexuales saludables.

**Palabras clave:** promoción de la salud sexual y reproductiva, estudiantes universitarios.

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Having scientific information on sexuality is a right that contributes to achieving a high level of sexual and reproductive health. **Materials and Methods:** With the objective of promoting sexual and reproductive health in university students; a technological development research was carried out, in the Polytechnical Superior School of Chimborazo in Ecuador, the PRECEDE - PROCEDE model was used, the first phases allowed to identify the educational needs in two groups of students grouped in: Faculty of Public Health and the rest of the faculties, based on this, with the participation of peer students, the strategy was designed and applied. The evaluation was carried out through a quasi-experimental study with a before-after design with a control group. **Results:** Deficiencies in their knowledge, myths and distorted beliefs were identified, risky behaviors in their sexuality were evidenced, it was not demonstrated that the students of the health area had in great magnitude, different needs than the rest of the faculties, the educational strategy designed in accordance with the needs was built by young people for young people, it had methodological and material resources to promote sexual and reproductive health **Conclusions:** The health promotion strategy favored the sexual education of the university students included in the research, to be achieved changes in variables that generate healthy sexual behaviors.

**Key words:** promotion of sexual and reproductive health, university students.

## 1. Introducción

La salud sexual es un estado de bienestar físico, mental y social relacionado con la sexualidad, la cual no solamente es la ausencia de enfermedad, disfunción o incapacidad; para que se logre y se mantenga ese bienestar, es fundamental que los derechos sexuales y reproductivos (DSR) sean respetados, protegidos y ejercidos a plenitud; se requiere un enfoque positivo y respetuoso de la sexualidad y las relaciones sexuales, así como la posibilidad del disfrute placentero, seguro, libre de coerción, discriminación y violencia. La salud sexual abarca la salud reproductiva, pues ésta última es una de las dimensiones fundamentales de la sexualidad, por tanto es necesario abordarlas de manera integral (1).

Los DSR reconocidos en las leyes nacionales e internacionales abarcan derechos humanos básicos, tales como: disponer de la información científica y de los medios para alcanzar el nivel más elevado de salud sexual y reproductiva (SSR); como parte de este compromiso se afirma que todas las personas incluidos los jóvenes deben tener acceso a educación integral de la sexualidad (EIS), así como a servicios de SSR en todo el ciclo de vida, con el fin de que puedan asumir su sexualidad de modo positivo y responsable (1–4).

La salud reproductiva entraña la capacidad de disfrutar de una vida sexual satisfactoria y sin riesgos, de procrear, y la libertad para decidir hacerlo o no hacerlo, cuándo y con qué frecuencia. Esta última condición lleva implícito el derecho a obtener información y a la planificación de la familia de su elección, así como a diferentes métodos para la regulación de la fecundidad que no estén legalmente prohibidos, que sean seguros, eficaces, asequibles y aceptables, el derecho a recibir servicios de atención de salud que permitan los embarazos y partos sin riesgos y den a las parejas las máximas posibilidades de tener hijos sanos (2).

La SSR constituye una preocupación esencial en la formación humana, especialmente en la juventud; el no tener políticas, estrategias y programas que fomenten una sexualidad plena, los hace potencialmente vulnerables ante la coerción, el abuso y la explotación sexual, el embarazo no planificado, el aborto en condiciones de riesgo y las infecciones de transmisión sexual (ITS), incluyendo el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y el sida (5).

Dado el proceso de envejecimiento poblacional que está existiendo, un hecho social sin precedentes es que actualmente el mundo alberga a 1 800 millones de jóvenes de entre 10 a 24 años; es poco probable que vuelva a existir semejante potencial de progreso económico y social. El modo en que se aborden las necesidades y aspiraciones de los jóvenes determinará un futuro común; cuando ellos puedan llevar a cabo una transición saludable de la adolescencia a la edad adulta, sus expectativas se amplían, (6) pero el éxito de los jóvenes dependerá de su capacidad para aprovechar las oportunidades educacionales y económicas que vayan surgiendo y superar los obstáculos que impiden el disfrute de su SSR y ejercicio de sus DSR.

Las y los adolescentes de América Latina y el Caribe (ALC) son sexualmente activos antes de los 20 años; realidad creciente debido a factores asociados, como la maduración sexual temprana, el urbanismo, la influencia de los medios de comunicación, el desempleo y la baja escolaridad; desafortunadamente, la actividad sexual no va emparejada con información y educación científica oportuna en temas de SSR y los derechos y responsabilidades correlativos; barreras culturales, familiares y religiosas sumadas a vacíos y deficiencias de la educación formal y no formal, determinan la desinformación y (o) la información errónea, cuya importancia

es decisiva pues estas áreas comprometen profundamente no solo su desarrollo, sino también su vida y su salud. A la falta de educación se suma la inexistencia, en la mayoría de los países, de servicios de SSR adecuados de calidad y accesibles a todas (os) (7).

El rol educativo y social de las universidades ha sido validado a través de la historia. Hoy día es imperativo que las universidades asuman roles y funciones más contundentes para mejorar la salud de la población universitaria y la comunidad en general. El Movimiento de Universidades Promotoras de la Salud ha demostrado, en sus años de implantación en Iberoamérica, que es una iniciativa idónea para fortalecer la salud mediante el ideario y la praxis de la promoción y la educación para la salud en el contexto universitario (8).

De este análisis se desprende la necesidad de que la universidad, cumpla con su responsabilidad, de ser escenario de formación integral, técnica, profesional y humanista; además, de egresar profesionales y ciudadanos cultos capaces de configurar sociedades solidarias, de progreso, con valores humanos y éticos; éstas tienen un nuevo reto que afrontar, ser un contexto de vida que propicie comportamientos sexuales saludables que redunden en la calidad de vida, no sólo del colectivo de los que estudian y trabajan en la universidad sino de su comunidad y de la sociedad en general.

La investigación, síntesis de las insuficiencias planteadas anteriormente, se inserta dentro de un punto focal de atención priorizada por el estado ecuatoriano, que ha definido como una de sus prioridades impulsar la transformación del sistema de educación superior y responsabilizar entre otros aspectos los temas relacionados con programas conducentes a proteger y salvaguardar la salud de los miembros de la comunidad educativa (9). La ESPOCH cuenta con políticas internas que permiten el desarrollo de esta investigación; la misma es parte del proyecto institucional “*Politécnica Saludable*” y de su plan estratégico de desarrollo, los que priorizan la labor educativa en la esfera de la SSR (10).

En virtud del análisis realizado y de las consideraciones expuestas se define como **objeto de estudio** a las necesidades educativas en SSR de los universitarios. Se concreta como **campo de acción** al desarrollo de una estrategia particular de educación sexual, que produzca cambios favorables, como: la reducción de información incorrecta; la construcción y deconstrucción de conocimientos; desmitificación de creencias y mitos; la consolidación de sentimientos, valores y actitudes positivas; generación de habilidades para la vida sexual y reproductiva y fomento estilos de vida saludables, que promuevan cambios en las intenciones hacia comportamientos sexualmente saludables.

En consonancia con lo anterior, **los objetivos** de la investigación fueron:

1. Identificar las necesidades educativas en salud sexual y reproductiva de los estudiantes universitarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
2. Diseñar una estrategia para la educación sexual de los estudiantes, de acuerdo a las necesidades identificadas.
3. Evaluar la estrategia de educación sexual desarrollada en un grupo de estudiantes seleccionados.

Como modelo teórico que sustenta el estudio se utilizó el PRECEDE – PROCEDE, de la autoría de Lawrence Green y Marshall Kreuter (11); cuya adaptación a este estudio se presenta en la Figura 1, al final de la introducción.

## 2. Materiales y Métodos

La investigación clasifica en general como un estudio de desarrollo tecnológico, que se abordó en etapas de acuerdo a los objetivos planteados. Para el primer objetivo se realizó un estudio descriptivo transversal; para el segundo, se propuso el diseño de la estrategia con todos sus atributos; el tipo de abordaje fue de desarrollo tecnológico, y en la tercera etapa dirigida a la evaluación de la estrategia se utilizó un diseño cuasi – experimental de antes - después con grupo control.

El universo de estudio estuvo constituido por los estudiantes de segundo semestre de la ESPOCH; se recogió la información en dos grupos; uno conformado por la totalidad de los estudiantes de segundo semestre de la Facultad de Salud Pública, considerado como grupo estudio, y el otro por estudiantes de segundo semestre del resto de la facultades, seleccionados mediante una muestra aleatoria, que se constituyeron en grupo control; con el propósito de valorar la homogeneidad de las necesidades educativas entre los grupos y constituyera el grupo control para el diseño cuasi experimental en la evaluación de la estrategia de educación sexual. Para la evaluación de la estrategia de educación sexual, tanto el grupo estudio como el control, fueron constituidos a partir de una muestra aleatoria de 40 estudiantes de los grupos respectivos originales, que en este momento de la investigación cursaban el cuarto semestre de sus carreras. Los **métodos y técnicas** a utilizados se describen en cada uno de los capítulos. Se articularon métodos y técnicas de la investigación cuantitativa y cualitativa de acuerdo a los requerimientos de cada etapa del estudio.

La estrategia de educación sexual fue elaborada con metodología de pares; se validaron las características metodológicas de la estrategia desde la óptica de los expertos. Se diseñaron recursos educativos y comunicacionales; se aplicó mediante la metodología de enseñanza - aprendizaje de pares, con el apoyo de cuatro estudiantes de séptimo semestre de la Escuela de Educación para la Salud.

El instrumento utilizado para la evaluación de la estrategia, en la modalidad de pre y post prueba, fue elaborado a partir del cuestionario aplicado en la primera fase diagnóstica y los aportes de los estudiantes pares; posteriormente, fue validado en un estudio piloto con estudiantes no incluidos en esta fase de la investigación.

La investigación se realizó mediante tareas específicas en cuatro capítulos, donde en cada uno de ellos se expresan los objetivos, tipo de investigación, técnicas y procedimientos a utilizar.

**Capítulo I.** Promoción de la salud para favorecer la salud sexual y reproductiva de estudiantes universitarios.

**Capítulo II.** Necesidades educativas en salud sexual y reproductiva de estudiantes universitarios.

**Capítulo III.** Diseño e implementación de la estrategia de promoción de la salud sexual en estudiantes universitarios

**Capítulo IV.** Evaluación de la estrategia de promoción de la salud sexual en estudiantes universitarios

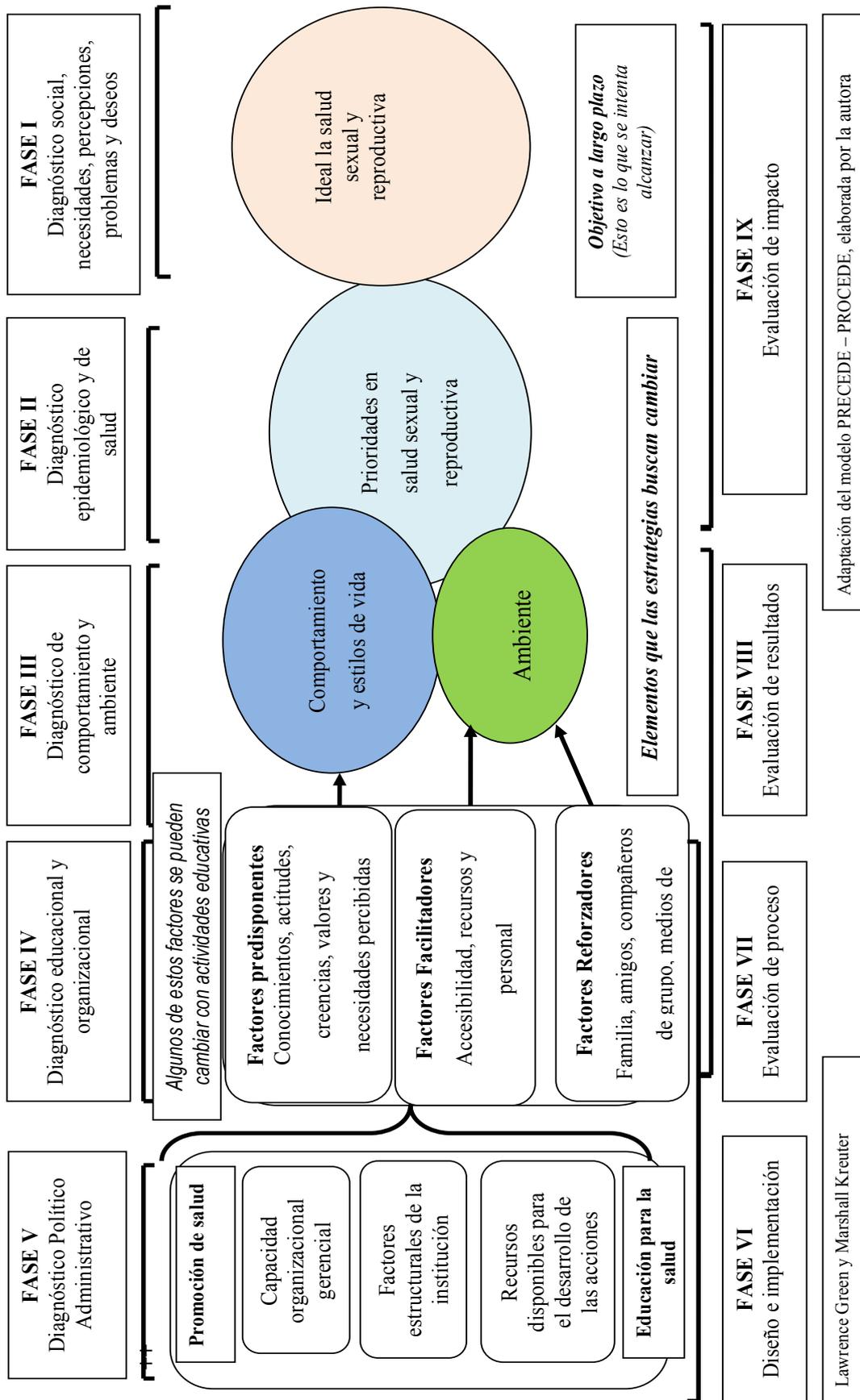


Fig. 1. Modelo PRECEDE- PROCEDE para el diseño de la estrategia de educación sexual para estudiantes universitarios.

### **3. Resultados y Discusión**

#### *3.1. Capítulo I. Promoción de la salud para favorecer la salud sexual y reproductiva de estudiantes universitarios*

La SSR es asumida como estrategia importante para la reducción de la pobreza, mejorar la salud y la calidad de vida: Conferencia Internacional de Población y Desarrollo de El Cairo (CIPD), celebrada en Egipto en 1994 (2); donde se destaca lo relacionado con asegurar el acceso a información, la educación y los medios necesarios para propiciar decisiones responsables y voluntarias sobre la procreación, asegurar el acceso a información amplia y servicios de salud reproductiva incluida la planificación de la familia y prestar apoyo a actividades en materia de educación sexual integrada para los jóvenes.

La SSR desde su enfoque más abarcador después de la CIPD, ha demandado de estrategias integrales enfocadas en la promoción, en la prevención y empoderamiento de determinados grupos sociales como las mujeres y los jóvenes, así como la participación de las poblaciones beneficiadas en el diseño de los programas que se implementan (12).

Un ejemplo claro de los múltiples retos en SSR está reflejado en la Declaración de la Asamblea General de la Asociación Mundial para la Salud Sexual (WAS en sus siglas en inglés), celebrada en el 2007 en Australia (1); en donde se puede observar como uno de sus propósitos el promover el acceso universal a la información completa y educación integral de la sexualidad.

Estas perspectivas hacen que la SSR sea un objetivo claramente definido en las estrategias de promoción y educación para la salud. Si se considera a la promoción de la salud como un proceso de enseñanza - aprendizaje, la educación para la salud se convierte en una herramienta necesaria que facilita el proceso educativo, a partir de la identificación de las necesidades educativas, para satisfacerlas a partir de acciones de educación; capaz de influir favorablemente en los conocimientos, actitudes y prácticas del individuo, y de la comunidad con respecto a su salud y que potencien la adquisición de habilidades sociales (13).

Las consecuencias son bien conocidas; al carecer de acceso a una Educación Integral sobre Sexualidad (EIS) y a servicios de SSR los jóvenes, especialmente mujeres, son más vulnerables a atroces problemas, como convinieron ochenta expertos congregados en la consulta mundial acerca de educación sobre sexualidad en Bogotá, Colombia, en diciembre de 2010. La educación sobre sexualidad ayuda a promover la salud y a prevenir las ITS, incluido el VIH, así como los embarazos no deseados, pero también promueve las normas de género equitativas y el empoderamiento de las jóvenes (14).

Las directrices internacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sobre educación sexual la definen como:

Un enfoque para la enseñanza sobre el sexo y las relaciones que resulte apropiado a la edad, relevante culturalmente, y proporcione científicamente información precisa, realista y sin prejuicios. Proporciona oportunidades para explorar los valores y actitudes propias y la construcción de la toma de decisiones, habilidades de comunicación y reducción de riesgos sobre muchos aspectos de la sexualidad. En igual sentido, el placer y el disfrute de la sexualidad, en el marco del respeto a las y los demás, debiera ser una de las perspectivas buscadas por la

educación sexual integral, desterrando visiones culpabilizadoras del erotismo que restringen la sexualidad a la mera función reproductiva.

En la actualidad, son muy pocas las personas jóvenes que reciben una adecuada preparación para la vida sexual (5).

Al realizar una revisión de los principales modelos teóricos que se utilizan para incidir en esta problemática se encontró al modelo PRECEDE –PROCEDE que incorpora los enfoques necesarios ante la complejidad, amplitud y matices que requiere el estudio de un tema transdisciplinar como la promoción de la SSR. El modelo se caracteriza principalmente por ser dinámico, holístico, educativo, permite realizar un amplio análisis desde múltiples disciplinas y posibilita la participación activa de los involucrados en todas las fases de diagnóstico, diseño, implementación y evaluación de la estrategia educativa.

El modelo original tiene nueve fases básicas; las mismas fueron consideradas y adaptadas a las condiciones de este estudio; lo dicho se muestra en la figura 1. En la fase 1 se identifica el final deseado; para ello se consideró identificar las representaciones socio culturales del ideal de la SSR de los estudiantes; la fase 2 permite establecer un diagnóstico epidemiológico; en la fase 3 se buscan las causas ambientales o comportamientos y estilos de vida; la fase 4 identifica las necesidades de conocimiento en tres categorías: los factores predisponentes, facilitadores o favorecedores y de refuerzo. Los factores predisponentes se refieren a los conocimientos, actitudes, creencias, valores y necesidades percibidas, que predisponen o dificultan la motivación al cambio. Los factores facilitadores o favorecedores son las características del entorno que pueden facilitar el cambio o actuar como barreras, ejemplo accesibilidad, recursos y personal. Los factores de refuerzo son aquellos relacionados con el efecto de retroalimentación del proceso, que pueden fortalecer o debilitar el cambio de conducta, sirven para consolidar la motivación del comportamiento: familia, amigos, compañeros y los miembros del grupo de intervención. La fase 5 contribuye a identificar los factores administrativos y normativos que influyen a la estrategia a ser implementada, sus variables ambientales, los recursos y organización necesaria; la fase 6 corresponde a la implementación de la estrategia educativa. Las fases de la 7 a la 9 evalúan el funcionamiento, resultados e impacto de la aplicación de la estrategia.

### *3.2. Capítulo II. Necesidades educativas en salud sexual y reproductiva de estudiantes universitarios*

Se desarrollaron las cinco primeras fases del modelo en el momento PRECEDE

#### *3.2.1. Fase I. Diagnóstico social*

Desde la óptica de los dirigentes estudiantiles, los principales problemas de salud que afectan a los estudiantes están relacionados en primer lugar con los problemas de SSR y luego con el consumo de sustancias psicotrópicas y los estilos de vida poco saludables, lo que corroboró la pertinencia del tema abordado. Según los representantes estudiantiles la SSR está afectada por los embarazos no planificados ni deseados, y como consecuencia de esto, los abortos en condiciones poco seguras y con efectos psicológicos, la deserción universitaria sobre todo de las mujeres a causa de enfrentar el embarazo; además de las ITS incluido el VIH-sida, puesto que conocían casos en estudiantes de la ESPOCH. Atribuyen estos problemas a la información inadecuada que poseen, debido a que no han hablado sobre estos temas con la profundidad que

se requiere; además indican la existencia de desconocimiento, mitos, creencias y tabúes alrededor del tema de la sexualidad

**Representaciones socio culturales del ideal la salud sexual y reproductiva:** se concluye que para ellos la salud sexual y reproductiva es un bien preciado, un derecho que debe ser alcanzado y protegido y su logro depende de las actitudes, comportamientos humanos, de la promoción, prevención y de la información que se posea sobre la planificación familiar y prevención de ITS; se manifiestan ideales ligados a condicionamientos y aspectos socialmente construidos respecto al género. Esta visión estudiantil orientó la intervención hacia movilizar una visión positiva de la sexualidad, y no solamente planear la transmisión de herramientas salubristas o típicamente higienistas, de prevención o disminución riesgo; sino integra la apropiación de otras habilidades para la vida.

### *3.2.2. Fase II y III. Diagnóstico Epidemiológico, de comportamiento y estilos de vida*

**Características Demográficas:** los estudiantes que hicieron parte de la investigación, son jóvenes con componentes de adolescencia tardía y juventud; la mayor parte de variables de la SSR estudiadas no están influenciadas por pertenecer o no a la Facultad de Salud Pública, considerado grupo de estudio, en comparación con estudiantes del resto de las facultades que constituyó el grupo control; por lo que se puede concluir que las necesidades de educación sexual identificadas, no se relacionan con la formación académica pues no se demostró que los estudiantes que pertenecen al área de salud tuvieran en mayor magnitud, menos necesidades que los estudiantes del resto de las facultades.

**Problemas de la salud sexual y reproductiva de estudiantes politécnicos:** la fase de diagnóstico de las prácticas sexuales y estilos de vida de los estudiantes, que se relacionan con el comportamiento epidemiológico, evidencian conductas de riesgo como: inicio temprano de relaciones sexuales, múltiples parejas, infidelidad, relaciones sexuales ligadas al consumo de sustancias psicoactivas, de las cuales prevalece el alcohol, junto con el no uso o uso inadecuado de métodos anticonceptivos o de protección; se encontró prevalencia de problemas como: experiencia de embarazos, la mayoría no planeados, abortos inducidos y presencia de infecciones de transmisión sexual.

### *3.2.3. Fase IV. Diagnóstico educacional y organizacional: factores predisponentes, factores favorecedores o facilitadores, reforzadores y necesidades percibidas*

**Factores predisponentes (conocimientos, actitudes, creencias y valores):** el diagnóstico educativo permite afirmar las características de los factores predisponentes, y son: poseen un insuficiente nivel de conocimientos en variados aspectos de la salud sexual, salud reproductiva, ITS, VIH-sida, condón y estilos de vida y sexualidad; los mismos están matizados por las creencias, mitos y tabúes, fruto de la construcción social y de la insuficiencia en su educación sexual.

Las actitudes ante aspectos de la sexualidad abordadas en esta investigación no son del todo adecuadas; existen opiniones divididas respecto a la virginidad, la aceptación de la homosexualidad, el aborto, la responsabilidad de la mujer ante la anticoncepción y si la mujer debería llevar preservativos para protegerse; se observa desconocimiento, mitos y creencias alrededor de estos temas y aún se percibe que se refuerzan las relaciones inequitativas entre hombres y



mujeres, por tanto es necesario deconstruir patrones socioculturales androcéntricos y machistas y reforzar actitudes que se traduzcan en la disminución de los estereotipos.

Se hace necesario la consolidación y reconocimiento de valores relacionados con la sexualidad, a pesar de que se confirma que la mayoría tiene relaciones sexuales en el vínculo de la pareja (enamorado/a); también porcentajes importantes corroboran que en las prácticas de los jóvenes en cuanto a relaciones sexuales, muchas veces no es necesario la relación en el vínculo afectivo de la pareja, pues son comunes las relaciones sexuales casuales, de corta duración con amigos, compañeros y desconocidos.

**Factores facilitadores o favorecedores:** los factores facilitadores o favorecedores de las conductas sexuales investigados indican, que las fuentes de aprendizaje y las personas con las que hablan de sexualidad con más libertad, no son las más idóneas. Un resultado que favorece este proceso es que la mayoría de estudiantes no sienten vergüenza al hablar de sexualidad, por tanto esto facilitó el crear un ambiente agradable y de mayor confianza para la discusión y construcción de los conocimientos de los diferentes temas con total libertad. La mayoría también reconoce que la información recibida les ha ayudado en su vivencia de la sexualidad; esto favorece la continuidad de la formación, pues como se plantea, la educación sexual es un proceso continuo, nunca acabado que siempre requiere iniciarlo, ampliarlo, complementarlo o corregirlo.

Otros factores favorecedores investigados revelan que las personas en quienes se apoyarían en caso de experimentar un embarazo no planificado son en orden de frecuencia la madre, profesional de salud, los amigos, el padre y otros familiares. En el caso de experimentar una ITS, la mayoría de estudiantes buscaría ayuda de un profesional de salud, aunque hay porcentajes importantes de estudiantes que le contarían solo a su amigo, no saben qué harían, pediría un medicamento en la farmacia y se quedaría callado.

**Factores reforzadores:** se identificaron algunos factores reforzadores de las conductas sexuales que indican ineficiencias en cuanto a: la comunicación en temas de sexualidad con los padres, acuerdo frente a la decisión de los hijos de tener relaciones sexuales, la actitud de los padres ante conductas sexuales de los hijos y el apoyo ante problemas de la sexualidad.

**Necesidades percibidas:** como necesidades percibidas por los estudiantes de acuerdo a las diferentes técnicas de investigación aplicadas se consideran un grupo en situaciones de riesgo, debido a la edad, al medio donde se desenvuelven y a la falta de información con la que cuentan; bien porque sus familias no se la han dado o bien porque la que le han dado no la consideran pertinente o satisfactoria; manifiestan la importancia de llevar a cabo acciones de educación sexual en el ámbito politécnico, que permita dar respuesta a sus dudas y curiosidades que les surgen, aseveran que carecen de mucha información y perciben.

**Análisis de datos cualitativos a partir de los grupos focales:** en los grupos focales, al realizar un análisis comparativo, es apreciable la similitud en cuanto a los datos emergentes del grupo de estudio y del grupo control, así como de las mujeres y los hombres, aun cuando aparecen sutilmente los matices que argumentan los constructos de género propios de cada sexo, lo que demuestra que la educación sexual requiere de una perspectiva de género que transversalice cada tema y que permita deconstruir patrones socioculturales androcéntricos y machistas. Las concepciones relativas a los temas abordados son expresiones del sistema de representaciones

socioculturales que sobre sexualidad han construido. En general se aprecia aún desconocimiento, mitos, creencias y tabúes en los temas de salud sexual y reproductiva abordados.

#### *3.2.4. Fase V. Diagnóstico organizacional administrativo y de políticas*

El diagnóstico político y administrativo, permite identificar que el trabajo integral en SSR es un aspecto que goza de reconocimiento internacional, nacional y local. En el Ecuador el marco normativo general como la Constitución de la República, el Plan Nacional del Buen Vivir, el modelo de Atención Primaria de Salud Renovado, la Ley Orgánica de Educación Superior promulgan y responsabilizan llevar a cabo acciones para garantizar la salud en particular la salud sexual y reproductiva. Los reglamentos y normativas a nivel interno de la ESPOCH permiten, por un lado, investigar aspectos de la salud sexual y reproductiva al ser ésta una línea de investigación priorizada; y por otro, perfeccionar la educación sexual universitaria es una tarea científica necesaria frente a las experiencias institucionales que se han llevado a cabo en este contexto.

### *3.3. Capítulo III. Diseño e implementación de la estrategia de educación sexual para los estudiantes politécnicos*

Se desarrollaron las fases VI y VII del modelo en el momento PRECEDE, correspondiente al diseño y la implementación de la estrategia de educación sexual.

#### *3.3.1. Fase VI. Diseño e implementación de la estrategia de educación sexual para los estudiantes politécnicos*

**Educación de pares:** una de las estrategias utilizadas en SSR es la educación de pares; la misma puede servir para mejorar los conocimientos, las actitudes, las creencias, los comportamientos y las habilidades en relación a la sexualidad; puede motivar y apoyar a las personas a elegir prácticas más seguras o a que estén mejor preparadas para encarar situaciones de riesgo y también propiciar mejores formas de relacionarse con las personas (15,16).

Se debe tener presente que los jóvenes, usualmente, conocen poco sobre educación de pares; por esto, hay que integrarlos activamente al desarrollo total de proyecto, pero dándoles autonomía. En un primer acercamiento a los jóvenes se debe discutir con ellos el proyecto, e integrarlos a la planificación de éste, para estimular su participación. La formación de educadores de pares busca que aporten al programa su influencia y que se sientan autores desde el primer momento (17).

**Contenidos de la estrategia de educación sexual definidos conjuntamente con los pares:** una vez socializados los resultados del diagnóstico de necesidades de educación sexual con los estudiantes pares, se identificaron los contenidos de la estrategia y se adicionaron los aportes de los pares. Un elemento a destacar es la propuesta de los estudiantes de incorporar a la estrategia la promoción de las habilidades para la vida, aspecto que fue tomado en cuenta en el diseño de la estrategia.

**Características metodológicas de la estrategia de educación sexual “Sexualidad segura en tus manos”:** se asumió como estrategia de educación sexual “Sexualidad segura en tus manos”, a un conjunto de acciones de enseñanza aprendizaje extracurricular, planificadas

sistemáticamente, para aplicarlas en el entorno educativo politécnico, en base a las necesidades educativas determinadas mediante la investigación, con la finalidad de aportar al logro y mantenimiento de la SSR de estudiantes politécnicos.

Contiene una serie de temas, que se desarrollan en sesiones y actividades educativas, con la finalidad de reducción de información incorrecta, la construcción y deconstrucción de conocimientos, desmitificación de creencias y mitos, la consolidación de sentimientos, valores y actitudes positivas, generación de habilidades para la vida sexual y reproductiva y fomento estilos de vida saludables, que promuevan cambios en las intenciones hacia comportamientos sexualmente saludables.

Las características fundamentales que se han tomado en cuenta para el diseño de la estrategia son: la participación de estudiantes pares en todo el proceso está basada en conocimientos científicos, realistas, sin prejuicios; inspirada en los derechos humanos y una perspectiva de género que transversaliza cada tema; es dinámica, flexible, participativa y dinamizadora de la esfera afectiva de los participantes.

La estrategia de educación sexual se estructura en 17 sesiones de dos horas cada una, de tal forma que se adapta a las condiciones de los períodos académicos en la politécnica.

Tabla 1. Temas, sesiones, actividades y contenidos de la estrategia de educación sexual.

Temas	Sesiones	Actividades /Contenidos	No. Horas
<b>Conociéndonos y creando un ambiente democrático</b>	Sesión No. 1: Para iniciar.	Actividad 1: presentación del proceso de capacitación. Entrega de los materiales didácticas “Sexualidad Segura en tus manos” PROSASER – ESPOCH. Actividad 2: ejercicio de Ambientación y presentación: técnica participativa. Actividad 3: normas y compromisos. Actividad 4: cierre de la sesión.	2



<b>Tema I</b> <b>Sexualidad derechos y valores</b>	Sesión No. 2: Sexualidad, dimensiones, funciones y componentes.	Actividad 1: Sexualidad Dimensiones y Funciones: técnica “Los murales”. Actividad 2: componentes de la sexualidad. Actividad 3: los valores y la sexualidad saludable Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
	Sesión No. 3: Orientación sexual (un componente de la sexualidad).	Actividad 1: entendiendo las orientaciones sexuales. Actividad 2: derechos de las personas diversas sexualmente. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
	Sesión No. 4: construyendo espacios libres de discriminación y homofobia.	Actividad 1: construyendo espacios libres de discriminación y homofobia. Actividad 2: “Tu campaña de sensibilización y prevención de la discriminación por orientación sexual”. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
	Sesión No. 5: Respuesta sexual en el varón y en la mujer.	Actividad 1: Lexicografía sexual Actividad 2: ¿Cómo funciona nuestra anatomía sexual? Actividad 3: venta de órganos Actividad 4: respuesta sexual del varón y la mujer. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
	Sesión No. 6: Derechos sexuales y reproductivos.	Actividad 1: derechos sexuales y reproductivos Actividad 2: defendiendo nuestros derechos sexuales y reproductivos Actividad 3: Video – Foro Conociendo nuestros derechos Evaluando lo aprendido. Cierre del tema I.	2
	<b>Tema II</b> <b>Salud reproductiva</b>	Sesión No. 7: Maternidad y paternidad responsable.	Actividad 1: “Ser Mamá y ser Papá mientras estudio”. Actividad 2: Yincana “Hola Bebé” Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.
Sesión No. 8: Embarazo no planificado. Mitos y realidades del embarazo no planificado.		Actividad 1: embarazo no planificado y sus riesgos. Actividad 2: mitos y realidades del embarazo no planificado. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
Sesión No. 9: Métodos anticonceptivos.		Actividad 1: métodos anticonceptivos. Adivinanzas. Actividad 2: reconociendo los métodos anticonceptivos. Actividad 3: ventajas y desventajas de los métodos anticonceptivos. La decisión está en tus manos. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
Sesión No. 10: Entrenamiento para toma de decisiones y negociación para del uso de métodos anticonceptivos.		Actividad 1: toma de decisiones con firmeza Actividad 2: negociar el uso de anticonceptivos. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2

<b>Tema III</b> <b>Infecciones de transmisión sexual</b>	Sesión No. 11: Infecciones de transmisión sexual, señales más comunes.	Actividad 1: infecciones de transmisión sexual, señales más comunes. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
	Sesión No. 12 Vías de transmisión y prevención de la ITS	Actividad 1: vías de transmisión de la Infecciones de transmisión sexual. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
<b>Tema IV</b> ¿Cuánto sabes sobre VIH-sida?	Sesión No. 13: El VIH-sida “Mitos y realidades”.	Actividad 1: VIH- sida “Mitos y realidades” Actividad 2: contagio o transmisión/Período de Ventana y pruebas de laboratorio/ Fluidos corporales. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
	Sesión No. 14: Vías de transmisión del VIH sida.	Actividad 1: vías de transmisión del VIH-sida. Ejercicio SI DA, NO DA Actividad 2: formas de prevención del VIH-sida y otras ITS. Evaluando lo aprendido. Cierre del tema IV.	2
<b>Tema V</b> <b>El preservativo o condón</b> <b>“sin globito no hay fiesta”</b>	Sesión No. 15: Condón o preservativo o condón/ tipos de condón/ uso adecuado.	Actividad 1: condón o preservativo / Tipos de Condón/ Uso adecuado Actividad 2: mitos y realidades del uso del condón. Actividad 3: JEOPARDY Un juego para evaluar lo aprendido sobre VIH –sida /ITS y el condón. Evaluando lo aprendido. Cierre de la sesión.	2
<b>Tema VI</b> <b>Estilos de vida y sexualidad</b> <b>asumiendo compromisos</b>	Sesión No. 16: Estilos de vida saludables y sexualidad.	Actividad 1: el alcohol, tabaco, las drogas y la sexualidad. Actividad 2: conductas de riesgo y sexualidad “Asumiendo compromisos”. Evaluando lo aprendido.	2
<b>Actividad de evaluación de la estrategia</b>	Sesión No.17 Evaluación y clausura.	Actividad 1: evaluación de los propósitos de la estrategia en el grupo de estudiantes. Actividad 2: aplicación del Post test. Actividad 3: clausura de la intervención en educación sexual para estudiantes politécnicos.	2
<b>VI Temas</b>	17 Sesiones	42 Actividades / 16 Evaluaciones	34 Horas

### Objetivos de la estrategia de educación sexual:

- Reducir información incorrecta, construir y deconstruir conocimientos en salud sexual y reproductiva.
- Desmitificar creencias, mitos y tabúes sobre la base del conocimiento científico en sexualidad.
- Consolidar sentimientos, valores y actitudes positivas relacionadas con la esfera sexual.
- Fomentar el uso de métodos de protección del embarazo; las ITS y el VIH-sida durante las relaciones sexuales.
- Mejorar las intenciones hacia comportamientos saludables.

- Mejorar la comunicación en temas de sexualidad.
- Generar habilidades para la vida sexual y reproductiva para tomar decisiones fundamentadas y la capacidad de actuar en función de ellas con libertad y responsabilidad.
- Fomentar estilos de vida saludables en la salud sexual y reproductiva que favorezcan su desarrollo personal.

### **Habilidades para la vida sexual y reproductiva a promover durante las sesiones y actividades**

**Autoconocimiento:** incrementar los conocimientos sobre temas de sexualidad. Tener más recursos para con seguridad cumplir el ideal en la salud sexual y reproductiva. Cambiar para bien la forma de pensar sobre temas relacionados con sexualidad.

**Empatía:** ser más tolerante en la interacción con los demás y comprender mejor las vivencias sexuales.

**Comunicación asertiva:** expresar con claridad lo que piensa, lo que siente o necesita en cuanto a la salud sexual y reproductiva.

**Relaciones Interpersonales:** ser capaz de manejar la presión de grupos de pares y mantener autonomía en las decisiones que se relacionan con la salud sexual y reproductiva.

**Toma de decisiones:** escoger alternativas más seguras para mantener un nivel adecuado en la salud sexual y reproductiva.

**Manejo de problemas y conflictos:** manejar adecuadamente los problemas y conflictos que pueden derivarse de la vivencia de la sexualidad.

**Pensamiento Creativo:** abordar la realidad de la salud sexual y reproductiva de forma novedosa y con originalidad.

**Pensamiento Crítico:** cambiar si, es necesario, sus comportamientos para conservar la salud sexual y reproductiva, que le permitan un crecimiento personal.

### **Diseño de recursos: didácticos, de identificación y promoción de la estrategia de educación sexual**

La estrategia requirió de la producción de varios recursos, dentro de ellos: didácticos, de identificación y promoción del proyecto; incluyen: un manual del facilitador “Sexualidad Segura en tus manos”, junto un CD ROOM que contiene las herramientas metodológicas para el facilitador, así como también se creó un libro para el estudiante; como utilitario se entregó a los estudiantes una camiseta del proyecto. Se crearon logos del Proyecto de Salud Sexual y Reproductiva (PROSASER) y de la estrategia “Sexualidad Segura en tus manos”, así como una pancarta promocional.

### 3.3.2. Fase VII. Evaluación de proceso

Las actividades educativas se llevaron a cabo conforme a lo planificado; se cumplieron todas las actividades de las sesiones previstas y en pocos casos se hicieron ajustes; se implementó un proceso de seguimiento a los estudiantes asistentes mediante un trabajo de apadrinamiento por parte de los pares facilitadores, para dar seguimiento.

En cada sesión se aplicaron dos tipos de evaluación: la primera denominada, evaluando lo aprendido, que corresponde a preguntas de opción múltiple y que valoran el aprendizaje en cada sesión, este proceso sirvió también para retroalimentación y reforzamiento de los conocimientos de los participantes.

Otras formas de evaluación del proceso, fueron las actividades de cierre de las sesiones. Los criterios vertidos por los participantes en su gran mayoría permitieron corroborar el alto grado de satisfacción de los presentes en el desarrollo de cada una de las sesiones.

### 3.4. Capítulo IV. Evaluación de la estrategia de educación sexual en estudiantes universitarios

#### 3.4.1. Grupos de estudio y control antes de la aplicación de la estrategia

##### Calificación por categoría de estudio

*Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones de los grupos de estudio y control antes de la intervención según categorías.*

<b>Categoría</b>	<b>Grupos</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>IC 95%</b>	<b>Probabilidad*</b>
<b>Salud sexual</b>	Estudio	19,25	6,15	17,28-21,22	0.164
	Control	15,76	6,11	13,81-17,72	
<b>Salud reproductiva</b>	Estudio	15,43	3,85	14,19-16,65	0.003
	Control	12,28	5,02	10,67-13,88	
<b>Infecciones de transmisión sexual</b>	Estudio	11,98	2,74	11,10-12,85	0.400
	Control	10,53	3,59	9,38-11,67	
<b>VIH/sida</b>	Estudio	14,39	3,76	13,18-15,59	0.029
	Control	12,05	4,07	10,75-13,35	
<b>Condón</b>	Estudio	7,53	2,86	6,61-8,44	0.759
	Control	6,85	2,39	6,09-7,61	
<b>Estilo de vida</b>	Estudio	2,89	2,51	2,08-3,69	0.263
	Control	3,70	2,55	2,88-4,52	
<b>Intenciones hacia comportamientos sexuales</b>	Estudio	23,50	6,39	21,46-25,54	0.400
	Control	19,47	7,79	16,98-21,97	
<b>Global</b>	Estudio	94,95	16,58	89,65-100,25	0.097
	Control	80,64	21,86	73,5-87,63	

\*Para prueba de Kolmogorov Smirnov.

La tabla 1 evidencia las medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones de los grupos de estudio y control antes de la aplicación de la estrategia según categorías y se observa que los grupos son homogéneos en casi todas, salud sexual, infecciones de transmisión sexual, condón, estilos de vida, e intenciones hacia comportamientos saludables; se encontraron diferencias significativas en los grupos de estudio y control antes de la intervención en las categorías: salud reproductiva y VIH-sida. En la valoración global no existen diferencias estadísticamente significativas en los grupos.

### 3.4.2. Grupo control antes y después de la aplicación de la estrategia

#### Calificación por categoría de estudio

Tabla 3. Medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones del grupo control antes y después de la intervención según categorías.

Categoría	Momento	Media	Desviación estándar	IC 95%	Probabilidad*
<b>Salud sexual</b>	Antes	15,76	6,11	13,81-17,72	0,052
	Después	16,54	5,60	14,75-18,33	
<b>Salud reproductiva</b>	Antes	12,28	5,02	10,67-13,88	0,031
	Después	11,21	4,21	9,87-12,56	
<b>Infecciones de transmisión sexual</b>	Antes	10,53	3,59	9,38-11,67	0,926
	Después	10,73	3,42	9,63-11,82	
<b>VIH/sida</b>	Antes	12,05	4,07	10,75-13,35	0,421
	Después	12,31	4,27	10,95-13,69	
<b>Condón</b>	Antes	6,85	2,39	6,09-7,61	0,054
	Después	7,98	2,74	7,10-8,85	
<b>Estilo de vida</b>	Antes	3,70	2,55	2,88-4,52	0,531
	Después	4,01	2,57	3,19-4,83	
<b>Intenciones hacia comportamientos sexuales</b>	Antes	19,47	7,79	16,98-21,97	0,077
	Después	20,63	8,25	17,99-23,26	
<b>Calificación global</b>	Antes	80,64	21,85	73,65-87,63	0,124
	Después	83,44	18,27	77,59-89,28	

n = 40

\*Para prueba de Rangos con signos de Wilcoxon.

La valoración de las medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones del grupo control antes y después de la estrategia se muestra en la tabla 2. Las diferencias observadas no fueron significativas para las categorías salud sexual, infecciones de transmisión sexual, VIH/sida, condón; estilos de vida, y las intenciones hacia comportamientos sexuales saludables; solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la categoría salud reproductiva, donde se observa que después de la estrategia el conocimiento en esta área disminuyó en el grupo control.

En la calificación global, se observa que hay homogeneidad en el grupo control antes y después de la estrategia.

### 3.4.3. Grupos de estudio y control después de la aplicación de la estrategia

Tabla 4. Medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones de los grupos de estudio y control después de la intervención según categorías.

Categoría	Grupos	Media	Desviación estándar	IC 95%	Probabilidad*
<b>Salud sexual</b>	Estudio	27,95	4,95	26,37 – 29,53	0,000
	Control	16,54	5,60	14,75 - 18,33	
<b>Salud reproductiva</b>	Estudio	21,60	4,07	20,30 – 22,90	0,000
	Control	11,21	4,21	9,87 – 12,56	
Infecciones de transmisión sexual	Estudio	15,70	3,70	14,52 – 16,88	0,000
	Control	10,73	3,42	9,63 – 11,82	
<b>VIH - sida</b>	Estudio	18,19	2,81	17,29 – 19,09	0,000
	Control	12,31	4,27	10,95 – 13,68	
<b>Condón</b>	Estudio	11,93	1,38	11,48-12,37	0,000
	Control	7,98	2,74	7,10 – 8,85	
<b>Estilo de vida</b>	Estudio	7,86	2,30	7,13 – 8,60	0,000
	Control	4,01	2,57	3,19 – 4,83	
<b>Intenciones hacia comportamientos sexuales</b>	Estudio	32,10	3,13	31,10 – 33,10	0,000
	Control	20,63	8,25	17,99 – 23,27	
<b>Global</b>	Estudio	135,33	18,60	129,38 – 141,27	0,000
	Control	83,44	18,27	77,59-89,28	

\*para prueba U de Mann Whitney.

La tabla 3 evidencia las medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones de los grupos de estudio y control después de la estrategia y se observa que hay diferencias estadísticamente significativas entre ellos en todas las categorías valoradas, salud sexual, salud reproductiva, infecciones de transmisión sexual, VIH – sida, condón, estilos de vida, e intenciones hacia comportamientos saludables, así como en la calificación global, lo que está en correspondencia con los resultados expuestos para las variables dentro de cada categoría.

### 3.4.4. Grupo estudio antes y después de la aplicación de la estrategia

Tabla 5. Medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones del grupo estudio antes y después de la intervención según categorías.

Categoría	Momento	Media	Desviación estándar	IC 95%	Probabilidad*
<b>Salud sexual</b>	Antes	19,25	6,15	17,28-21,22	0,000
	Después	27,95	4,95	26,37-29,53	

<b>Salud reproductiva</b>	Antes	15,43	3,85	14,19-16,65	0,000
	Después	21,60	4,07	20,30-22,90	
<b>Infecciones de transmisión sexual</b>	Antes	11,98	2,74	11,10-12,85	0,000
	Después	15,70	3,70	14,52-16,88	
<b>VIH/sida</b>	Antes	14,39	3,76	13,18-15,59	0,000
	Después	18,19	2,81	17,29-19,09	
<b>Condón</b>	Antes	7,53	2,86	6,61-8,44	0,000
	Después	11,93	1,38	11,49-12,37	
<b>Estilo de vida</b>	Antes	2,89	2,51	2,08-3,69	0,000
	Después	7,86	2,30	7,13-8,60	
<b>Intenciones hacia comportamientos sexuales</b>	Antes	23,50	6,39	21,46-25,54	0,000
	Después	32,10	3,13	31,10-33,10	
<b>Calificación global</b>	Antes	94,95	16,58	89,65-100,25	0,000
	Después	135,33	18,60	129,38-141,27	

n = 40

\*para prueba de Rangos con signos de Wilcoxon.

La tabla 5 evidencia las medidas de tendencia central y dispersión de las calificaciones del grupo de estudio antes y después de la estrategia; se observa que hay diferencias estadísticamente significativas en todas las categorías evaluadas como: salud sexual, salud reproductiva, infecciones de transmisión sexual, VIH-sida, condón, estilos de vida, e intenciones hacia comportamientos saludables. En la valoración global existen también, diferencias estadísticamente significativas.

#### 3.4.5. Nivel conseguido en el desarrollo de habilidades para la vida sexual y reproductiva

Se observa el nivel conseguido en el desarrollo de habilidades para la vida sexual y reproductiva según la percepción de los estudiantes del grupo estudio luego de participar en la estrategia de educación sexual; todas las respuestas estuvieron por encima del 90,0 %; es de destacar que el 100,0 % asumió que ahora es capaz de expresar lo que siente o necesita en cuanto a su salud sexual y reproductiva, así como escoger alternativas sexuales más seguras para mantener un nivel adecuado en su salud sexual y reproductiva.

#### 3.4.6. Significantes de la participación de estudiantes universitarios en la estrategia de educación sexual “Sexualidad Segura en tus manos”

Los significados de la estrategia de educación sexual “Sexualidad segura en tus manos” desde la percepción de los jóvenes que participaron en la estrategia, hablan del aporte positivo y enriquecedor de la estrategia, en tanto favorece la adquisición de conocimientos, incorporación de saberes y habilidades, auto-cuidado y responsabilidad, sexualidad diversa, condición y valores humanos deseables y comunicación en relación a la salud sexual y reproductiva.

#### 4. Conclusiones

La investigación que se presenta con todas sus partes y componentes permitió dar respuesta a las interrogantes de estudio que se le dieron salida en tres objetivos fundamentales. La identificación de las necesidades educativas, con la utilización de un modelo teórico atinente a la promoción y educación para la salud que se caracteriza por una secuencia diagnóstica multidisciplinaria y que además incorpora la participación de diferentes miradas, puso en evidencia las brechas en cuanto a conocimientos, actitudes, valores, necesidades percibidas de los estudiantes de la politécnica.

La estrategia fue diseñada en correspondencia con las necesidades educativas de los estudiantes de la Escuela Politécnica y derivó en un ejercicio participativo que respetó los principios pedagógicos y didácticos a tener en cuenta en una estrategia construida con los jóvenes y para los jóvenes; contó con los recursos metodológicos y materiales requeridos para su implementación y satisfacer el propósito de fomentar la salud sexual y reproductiva de los estudiantes incluidos en el estudio.

Se produjeron cambios significativos en el grupo de estudio después de la implementación de la estrategia. Este resultado, unido al hecho de que existiera homogeneidad entre los grupos de estudio y control antes de su aplicación y los cambios después de la misma en el grupo control no fueran significativos, indican que la estrategia “Sexualidad Segura en tus manos” es eficaz; lo que licita su uso y vaticina su posible éxito al aplicarse en condiciones reales y otros contextos similares, con vistas a generar cambios y modificaciones a los factores generadores de conductas sexuales y reproductivas saludables en jóvenes universitarios.

#### Conflicto de Intereses

No existen conflictos de intereses en particular por parte de los autores y las instituciones científicas que participan en el presente trabajo que pudieran afectar directa o indirectamente los resultados del trabajo.

#### Bibliografía

1. World Association for Sexual Health. Salud Sexual para el Milenio: Declaración y Documento Técnico. Minneapolis: WAS; 2008.
2. Organización de Naciones Unidas. Informe de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo. Nueva York: ONU; 1995.
3. Racines A, Jaramillo D, Pazmiño L, Bedón N. Política de salud y derechos sexuales y reproductivos. Ecuador: Ministerio de Salud Pública del Ecuador; 2007.
4. Hurtado F, Pérez M, Rubio E, Coates R, Coleman E, Corona E, Mazín R, Horno P. Educación sexual con bases científicas: Documento de Consenso de Madrid: Madrid: Asociación Española de Especialistas en Sexología; 2011.
5. Justificación de la educación en sexualidad. Volumen I. En: Orientaciones Técnicas Internacionales sobre Educación en Sexualidad. Un enfoque basado en evidencia orientado a escuelas, docentes y educadores de la salud. Santiago de Chile: UNESCO; 2010. p. 1-27.
6. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2014. New York: UNFPA; 2014.

7. Posada C. Embarazo en la adolescencia: no una opción, sino una falta de opciones. *Revista Sexología y Sociedad* [Internet]. 2014 [citado 25 Dic 2014]; 10(25): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.revsexologiaysociedad.sld.cu/index.php/sexologiaysociedad/article/download/268/327>.
8. Arroyo H, Durán G, Gallardo C. Diez años del Movimiento de Universidades Promotoras de la Salud en Iberoamérica y la contribución de la Red Iberoamericana de Universidades Promotoras de la Salud (RIUPS). *Global Health Promotion* [Internet]. 2014 [citado 24 Mar 2015]; 0 (0) [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.ped.sagepub.com/content/early/2014/10/15/1757975914547548.full.pdf+html>.
9. Ley Orgánica de Educación Superior 2018 No. 298 (Agosto-12-2018). Suplemento del Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador. Editorial Nacional; 2018.
10. Saeteros R. Proyecto Politécnica Saludable. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2011.
11. Green L, Kreuter M, Deeds, S, Partridge. *Health Education Planning: a diagnostic approach*. Mayfield: California; 1980.
12. Alfonso M. La Promoción de la Salud Sexual y Reproductiva. En: *Investigación para la Promoción de la Salud Sexual y Reproductiva. Experiencias en el contexto cubano*: La Habana: CENESEX; 2013. p. 9-11.
13. Díaz Y, Pérez J L, Báez F, Conde M. Generalidades sobre promoción y educación para la salud. *Rev Cubana Med Gen Integr* [Internet]. 2012 [citado 17 Mar 2018]; 28(3): 1-10. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252012000300009&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252012000300009&lng=es).
14. Fondo de Población de las Naciones Unidas. *Estado de la Población Mundial 2011*. New York: UNFPA; 2011.
15. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. *Educación de pares jóvenes para reducir el estigma y la discriminación asociados al VIH/Sida en Perú, Bolivia y Ecuador*. Perú: UNESCO; 2011.
16. Cruz Roja. *Normas para los Programas de Educación entre pares en materia de VIH*. Ginebra: Cruz Roja. 2009.
17. Estrada J, Escobar D, Briceño J. Educación de pares como estrategia de prevención de la infección por el VIH en adolescentes: referentes teóricos y metodológicos. *Revista Gerencia y Políticas de Salud* [Internet]. 2011 [citado 16 Feb 2014]; 10(20): 1-21. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-70272011000100004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-70272011000100004&lng=en&tlng=es).



CIENCIAS DE LA VIDA Y AMBIENTE

# Árbol de decisión, aplicación con datos meteorológicos

(Decision tree, application with meteorological data)

S. Haro<sup>(1)\*</sup>

(1) Grupo de Energías Alternativas y Ambiente, Facultad de Ciencias,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur Km 1,5  
Riobamba, Ecuador, Código postal EC060105

\*Correspondencia. E-mail: s\_haro@esepoch.edu.ec (S. Haro)

## RESUMEN

La minería de datos es una técnica que hoy en día se aplica en muchas áreas de las ciencias, es por ello que con el objetivo de identificar variables meteorológicas predominantes a ocho intervalos de tiempo se aplicó la técnica supervisada árbol de clasificación en data mining. La información se obtuvo de la estación Alao, misma que se encuentra ubicada a 3064 m.s.m en la provincia de Chimborazo, Ecuador. El estudio se realizó mediante código desarrollado en el software estadístico R; los datos corresponden a información por hora del año 2016, las variables analizadas fueron; temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar difusa, radiación solar global, temperatura del suelo a  $-20\text{cm}$  y velocidad de viento. El árbol mostró que la principal variable en esta zona es la radiación solar global, a horas comprendidas de 06h00 a 08h00, si ésta es mayor o igual a  $120\text{w}/\text{m}^2$ , entonces se puede determinar la presión barométrica de 09h00 a 11h00 de la mañana; y si ésta es mayor o igual que  $709\text{w}/\text{m}^2$ , entonces se predice la temperatura del aire. El árbol de decisión es una técnica que permitió identificar variables meteorológicas relevantes, en determinadas horas donde se encuentra ubicada la estación Alao.

**Palabras clave:** árboles de decisión, datos meteorológicos.

## ABSTRACT

Data mining is a technique that today is applied in many areas of science, which is why in order to identify predominant meteorological variables at eight time intervals the supervised tree classification technique was applied in data mining. The information was obtained from the Alao station, which is located at 3064 m.s.m in the province of Chimborazo, Ecuador. The study was carried out using a code developed in statistical software R, the data correspond to information by hour of the year 2016, the variables analyzed were air temperature, relative humidity, barometric pressure, diffuse solar radiation, global solar radiation, soil temperature at  $-20\text{cm}$  and wind speed. The showed that the main variable in this area is the global solar radiation, at hours between 06h00 and 08h00, if it is greater than or equal to  $120\text{w}/\text{m}^2$ , then the barometric pressure can be determined from 09h00 to 11h00 of the morning, if, and it is great than or equal to  $709\text{w}/\text{m}^2$ , then the air temperature is predicted. The decision tree is a technique that allowed us to identify relevant meteorological variables in certain hours where the Alao station is located.

**Keywords:** decision tree, meteorological data.

## 1. Introducción

La información que proporcionan las diversas variables meteorológicas tienen gran importancia en temas relacionados con el cambio climático, la determinación de recursos hídricos, eólicos y solares; así como en el planteamiento de políticas relacionadas con el medio ambiente. Es por ello que la detección de variables meteorológicas predominantes en la zona de Alao, provincia de Chimborazo; permitirá establecer condiciones en las que se producen cambios en los parámetros considerados en el estudio.

Hoy en día la revolución digital permite que la información sea fácil de almacenar, lo cual genera un gran volumen de datos; es así que, la minería de datos (data mining) busca darle sentido a la masiva información, pues ésta será útil para la toma de decisiones (1). En minería de datos se han realizado varios estudios, es así que (2) emplea las técnicas de clasificación: árbol de decisión, naive bayes aumentado a árbol y regla OneR, para identificar factores que influyen en la deserción de estudiantes universitarios; (3) en su trabajo titulado Árboles de clasificación de Potimirim mexicana (Decapoda: Caridea), organismo hermafrodita protándrico secuencial, determinar la importancia de los árboles en la clasificación de organismos considerando variables morfológicas; (4), Bouza & Santiago realizan aplicaciones de la minería de datos, mediante árboles de decisión en aspectos del manejo de hospitales y epidemias; (5), Ruiz y Romero aplican árboles de decisión para mejorar la calidad de la información que pertenece a una base de datos que contiene información bibliográfica del Sistema de Gestión Bibliotecario del Instituto de Información Científico y Tecnológico en Cuba; en el ámbito educativo (6); Uvidea, con el objetivo de identificar áreas de conocimiento en los cursos de nivelación que deben ser fortalecidas aplican algoritmos de clasificación mediante minería de datos; en el área de la meteorología se ha realizado un estudio comparativo de técnico de minería de datos para la predicción de rutas de huracanes aplicando técnicas de predicción: regresión lineal, k vecinos más cercanos y perceptrón multicapa (7).

La minería de datos es un proceso mediante el cual se puede extraer información de grandes volúmenes de datos (8), uno de sus resultados es la clasificación; la cual obtiene un modelo que permite asignar un caso de línea desconocida a una línea concreta (9). Sea  $D = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  la base de datos con registros por hora de las variables meteorológicas: temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar difusa, radiación solar global, temperatura del suelo a  $-20cm$  y velocidad de viento; y  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_8\}$  el conjunto formado por las ocho escalas generadas con intervalos de tiempo de dos horas, el problema de la clasificación es hallar una función  $f: D \rightarrow C$  tal que cada  $t_i$  sea asignada en una clase  $C_j$ . Como función  $f$  se seleccionó el árbol de clasificación; técnica supervisada que determina la decisión que se debe tomar siguiendo condiciones que se cumplen desde la raíz hasta alguna de sus hojas (10), el árbol elige el atributo que mejor clasifica al conjunto de datos (11).

En el estudio se aplicó el algoritmo CART, desarrollado por Breiman (1984) donde el árbol se construye fragmentando sucesivamente el conjunto de datos. La construcción del árbol se realiza siguiendo un enfoque de división binaria recursiva, sea  $N_j$  el número de casos en la clase  $j$  y  $\pi(j) = \frac{N_j}{N}$  las probabilidades de que un dato en la clase esté presente en el árbol, donde  $N$  es el número de datos. El estimador de probabilidad de que un caso esté en la clase  $j$  dado que se ubicó en el nodo  $t$ ; esta dado por:

$$p(j|t) = \frac{p(j,t)}{p(t)} = \frac{N_j(t)}{N_j} \quad (1)$$

y cumple:

$$\sum_j p(j|t) = 1 \quad (2)$$

así, las  $p(j|t)$  son las proporciones relativas de los casos en la clase  $j$  en el nodo  $t$  (3).

El objetivo de la investigación es identificar las variables meteorológicas predominantes en las clases (intervalos de horas), mediante un gráfico, (árbol de clasificación), mismo que permite interpretar resultados importantes.

## 2. Metodología

### 2.1. Los datos

Para el estudio se empleó una matriz de dimensión 8785x8, es decir 70280 observaciones. Los datos corresponden a información por hora del año 2016, de la estación meteorológica de Alao; ubicada 3064 ms.m en la provincia de Chimborazo. Las variables analizadas fueron: temperatura del aire (°C), humedad relativa (%), presión barométrica (hPa), radiación solar difusa ( $w/m^2$ ), radiación solar global ( $w/m^2$ ), temperatura del suelo a  $-20cm$  (°C) y velocidad de viento (km/h).

Con el objetivo de identificar variables predominantes cada dos horas se generó una variable categórica denominada ESCALA, misma que se describe en la Tabla. (1).

Tabla 1. Descripción de la variable ESCALA.

ESCALA	Intervalo
I	06:00 - 08:00
II	09:00 - 11:00
III	12:00 - 14:00
IV	15:00 - 17:00
V	18:00 - 20:00
VI	21:00 - 23:00
VII	24:00 - 02:00
VIII	03:00 - 05:00

La base de datos se almacenó en formato CSV y el estudio se realizó mediante código desarrollado en el software estadístico R; para lo cual se procedió a cargar el fichero de datos; se realizó una limpieza para eliminar valores NA's y se ejecutaron los comandos.

Antes de generar el modelo se dividió la base de datos en una tabla de aprendizaje y una tabla de prueba (testing), la primera determina el árbol de decisión y la segunda permite validarlo; es decir verifica si el modelo es bueno o aceptable seleccionando individuos que no

fueron parte en la construcción (8). En el estudio se consideró el 80% de la información para la tabla de aprendizaje y el 20% para el testing.

Mediante las funciones  $prop.table()$  y  $table()$ , se verificó la aleatoriedad en el conjunto de datos. El modelo se construyó mediante la librería  $rpart$  y para la visualización del árbol se aplicó  $rpart.plot$ . Una vez entrenado el modelo se predijeron nuevas instancias, empleando la tabla testing; para ello se utilizó la función  $predict()$ .

## 2.2. Matriz de confusión

Para obtener información de las predicciones realizadas por el modelo se obtuvo la matriz de confusión, misma que compara el conjunto de variables meteorológicas de la tabla testing con la predicción obtenida, versus la escala a la que los datos realmente pertenecen (8). Las columnas de la matriz determinan el número de predicciones de cada clase (intervalos de tiempo), y las filas representan las instancias clasificadas en la clase real (12). A continuación, la Tabla. (2) muestra un caso particular de una matriz de confusión con dos clases:

Tabla 2. Matriz de confusión con dos clases.

		Predicción	
		Negativo	Positivo
Valor Real	Negativo	VN	FP
	Positivo	FN	VP

donde:

VN: Verdaderos Negativos

VP: Verdaderos Positivos

FN: Falsos Negativos; y

FP: Falsos Positivos

## 2.3. Rendimiento del modelo

El rendimiento del modelo se determinó a partir de la matriz de confusión; se calculó la Exactitud (Accuracy), misma que está dada por la ecuación:

$$Accuracy = \frac{VN+VP}{VN+FP+FN+VP} \quad (3)$$

Esta medida determina la proporción de las instancias predichas correctamente  $VN$  y  $VP$  sobre la suma total de elementos evaluados (13). Estadísticamente la exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación, cuando menor es el sesgo más exacta es la estimación.

## 2.4. Pureza de un nodo

Se dice que un nodo es puro, si todos los individuos con una determinada característica caen dentro de la clase que define esa condición, caso contrario se dice que el nodo es impuro; mientras que un nodo es completamente impuro si el 50% de los individuos caen en la clase y el

restante porcentaje no pertenece al grupo. Para identificar la impureza de un nodo, se consideró el error de clasificación y el índice de Gini.

Sea  $p(j|t)$  la probabilidad de que un caso esté en la clase  $j$  dado que se ubicó en el nodo  $t$ , se define el error de clasificación mediante la ecuación:

$$Error(t) = 1 - \max[p(j|t)] \quad (4)$$

y el índice de Gini por:

$$Gini(t) = 1 - \sum_j [p(j|t)]^2 \quad (5)$$

Una vez calculado el índice de Gini, se determina en cada nodo el valor total del índice de Gini, conocido como Gini split; mismo que se obtiene mediante la ecuación:

$$Gini_{split} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} Gini(i) \quad (6)$$

En el estudio se trabajaron con variables numéricas y una división binaria; por lo que, si  $X_{max}$  y  $X_{min}$  son el máximo y mínimo valor de una de las variables, entonces se prueban con todos los valores comprendidos en el intervalo hasta que uno de ellos minimice el índice de Gini, lo cual permite maximizar la información ganada (14).

Un gráfico que permite identificar si el error decrece o se incrementa es el que muestra el número de interacciones versus el error. Si la figura muestra que a partir de un punto el error sube nuevamente, entonces se procede a la poda del árbol (15), técnica que consiste en cortar ramas o nodos terminales hasta encontrar el árbol adecuado al conjunto de datos. Una técnica empleada es hallar un conjunto de árboles de tamaños decrecientes, mismos que luego son comparados para determinar el adecuado, para lo cual se emplea una función denominada costo de complejidad.

### 3. Resultados y Discusión

La Fig. (1), muestra el árbol de clasificación de la estación Alao; el 12% de los datos pertenecen a la variable radiación solar global dentro de la clase I, si es mayor o igual a  $120w/m^2$ , entonces se puede determinar la presión barométrica dentro de la clase II, es decir a horas comprendidas entre las 9 y 11 de la mañana; si ésta es mayor o igual que  $709w/m^2$ , entonces se puede predecir la temperatura del aire dentro de la misma clase con una probabilidad del 66%, y un 18% de los datos; y si esta es menor que  $13^\circ C$  entonces hay un 71% de probabilidad de que de que las variables se encuentren en la clase II con un 11% de la data.

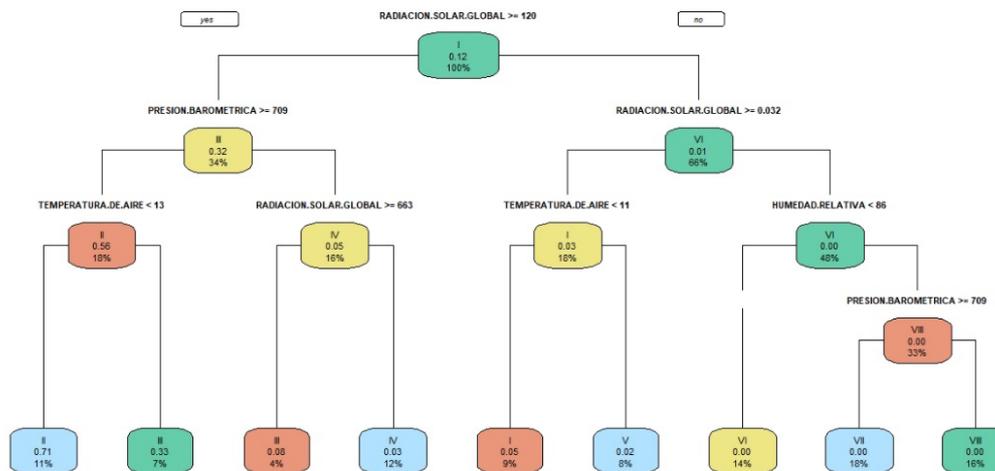


Fig. 1. Árbol de clasificación, estación Alao.

La Tabla. (3), muestra la matriz de confusión del modelo. Se puede evidenciar que en la clase I 135 observaciones fueron clasificadas correctamente; mientras que 89 lo hicieron en otros grupos, en la clase II; 124 datos se clasificaron adecuadamente, en la tercera lo hicieron 115, en la cuarta 119, 107 en la quinta, en la clase VI 132, en la VII 124 y en el horario de 03h00 a 05h00 (clase VIII); 152 datos fueron bien clasificados, 59 están el grupo VII, 14 en el VI y 3 en la clase I.

Tabla 3. Matriz de confusión.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	135	23	0	5	2	0	26	33
II	10	124	44	12	2	0	0	0
III	0	41	115	41	0	0	0	0
VI	0	6	22	119	8	0	0	0
V	10	0	0	10	107	68	5	7
VI	1	0	0	0	0	132	81	20
VII	5	0	0	0	1	40	124	51
VIII	3	0	0	0	0	14	59	152

Tabla 4. Estadísticas del modelo.

Nodo	CP	nsplit	Rel error	xerror	Xstad
1	0.134028	0	1.00000	1.00556	0.0047
2	0.100868	1	0.86597	0.87205	0.0060
3	0.089757	2	0.76510	0.77205	0.0066
4	0.080556	3	0.67535	0.69948	0.0069
5	0.073264	4	0.59479	0.61441	0.0070
6	0.048264	5	0.52153	0.52587	0.0070
7	0.019271	6	0.47326	0.47778	0.0069
8	0.018750	7	0.45399	0.47049	0.0069
9	0.010000	8	0.43524	0.44896	0.0068

Mediante la matriz de estadísticas, Tabla. (4); se puede observar que el error descende y se mantiene; resultado que se puede corroborar mediante el gráfico del error (Fig. 3), esta consecuencia indica que el modelo se estabiliza, por lo que el árbol no necesita de una poda. La Fig. (2), muestra el error por nodo, mismo que es del 86.83%.

```

Variables actually used in tree construction:
[1] HUMEDAD.RELATIVA      PRESION.BAROMETRICA    RADIACION.SOLAR.GLOBAL
[4] TEMPERATURA.DE.AIRE

Root node error: 5760/6633 = 0.86839
  
```

Fig. 2. Estadísticas, estación Alao.

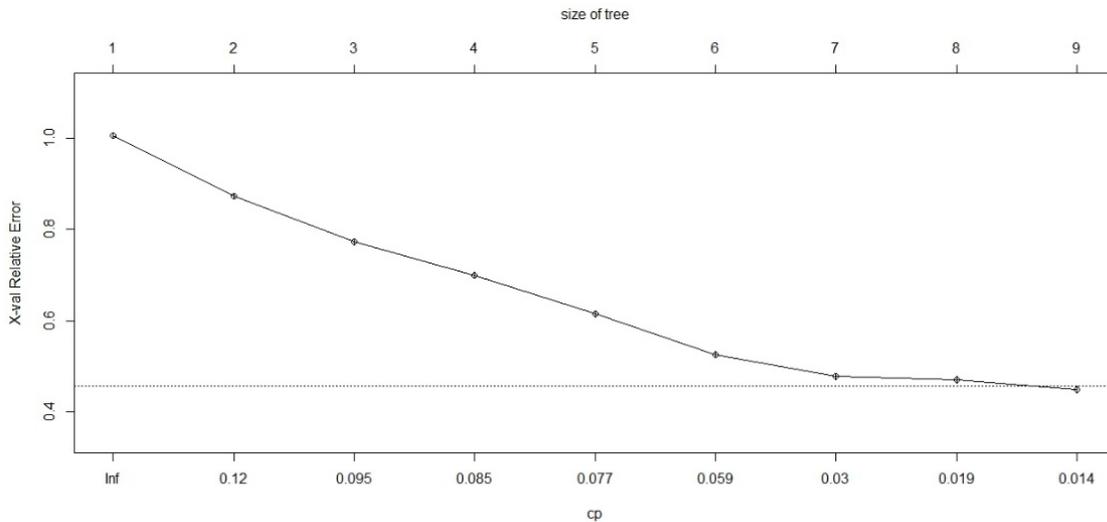


Fig. 3. Gráfica del error, estación Alao.

En la Fig. (4) se muestra el resultado de la exactitud, se observa que el rendimiento del modelo es del 60,79% de datos predichos correctamente en relación a la suma total de observaciones evaluadas.

```

> #Rendimiento del modelo
> accuracy_Test <- sum(diag(table_mat)) / sum(table_mat)
> print(paste('Accuracy for test', accuracy_Test))
[1] "Accuracy for test 0.607961399276236"
  
```

Fig. 4. Exactitud, estación Alao.

#### 4. Conclusiones

De acuerdo al árbol generado por el modelo se pudo determinar que las variables meteorológicas predominantes en la estación Alao fueron: radiación solar global, presión barométrica y temperatura del aire. La clase IV, con horas comprendidas entre las 15h00 y 17h00; fue la que registró mayor frecuencia en los nodos del árbol. Alao tiene un clima templado y cálido, es por ello que el estudio fue importante, pues se identificaron horarios donde la radiación y temperatura son altas, lo cual puede tener repercusiones en la salud de sus habitantes.

El modelo tiene un rendimiento de aproximadamente el 61%, lo cual podría ser de utilidad para pronóstico de sucesos futuros, pues un aporte que genera esta técnica de clasificación en minería de datos, es la predicción; por lo que con información recaba en estos últimos años se puede identificar si han existido variantes en la zona de estudio.

El árbol de clasificación es una técnica que permitió visualizar de manera sencilla, variables meteorológicas relevantes a distintos intervalos de tiempo, esta información permite predecir situaciones climáticas en la zona de estudio. A futuro se pretenden realizar estudios similares que involucren las restantes zonas donde se encuentran ubicadas las estaciones meteorológicas monitoreadas por el Centro de Energías Alternativas y Ambiente.

### **Agradecimientos**

Al Grupo de Energías Alternativas y Ambiente de la Facultad de Ciencias (CEAA), y a su director Dr. Celso Recalde.

### **Conflicto intereses**

No existen intereses particulares por parte del autor que puedan afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos en la investigación.

### **Bibliografía**

1. Riqueime J, Ruiz R, Gilbert K. Minería de Datos: Conceptos y Tendencias. Iberoamericana de Inteligencia Artificial. 2006; p. 11-18.
2. Eckert K, Suénaga R. Análisis de Deserción-Permanencia de Estudiantes Universitarios Utilizando Técnica de Clasificación en Minería de Datos. Formación Universitaria. 2015; p. 3-12.
3. Bortolini J, Alonso P, Álvarez F. Árboles de clasificación de Potimirim mexicana (Decapoda: Caridea), organismo Hermafrodita protándrico secuencial. Latin American Journal of Aquatic Research. 2013; p. 739-745.
4. Bouza C, Santiago A. La minería de datos: Árboles de decisión y su aplicación en estudios médicos. CHAP. 2012; p. 64-78.
5. Ruiz E, Romero C. Resultados obtenidos en un proceso de minería de datos aplicado a una base de datos que contiene información bibliográfica referida a cuatro segmentos de la ciencia. Journal of Information Systems and Technology Management. 2018; p. 1-11.
6. Uvidia M, Cisneros A, Viñán J. Minería de datos de la evaluación integral del desempeño académico de la unidad de nivelación. Descubre. 2017; p. 44-54.
7. Coronado M, Bianchi V, Vivas J, Perera M. Estudio comparativo de técnicas de minería de datos para la predicción de rutas de huracanes. CONAIC. 2017; p. 43-52.
8. Haro S, Pazmiño R, Conde M, Peñalvo F. Data mining to discover the classification trend in titling works. En: XIII Congreso de Ciencia & Tecnología, ESPEQuito: Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE; 2018; p. 125-128.
9. Witten I, Frank E, Hall M, Pal C. Data mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques: Elsevier Inc.; 2016.

10. Robles Y, Sotolongo A. Integración de los algoritmos de minería de datos 1R, PRISM E ID3 A POST-GRESQL. *Gestión de Tecnología y Sistemas de Información*. 2013; p. 389-406.
11. Valero S, Vargas A, García M. Minería de datos: predicción de la deserción escolar mediante el algoritmo de árboles de decisión y el algoritmo de los k vecinos más cercanos. *Recursos Digitales para la Educación y la Cultura*. 2010; p. 30-33.
12. Graham W. *Data Mining with Rattle and D* New York: Springer; 2011.
13. Haro S, Zúñiga L, Meneses A, Vera L, Escudero A. Métodos de clasificación en minería de datos meteorológicos. *Perfiles*. 2018; p. 107-113.
14. Raileanu L, Stoffel K. Theoretical Comparison between the Gini Index and Information Gain Crieteria. The Swiss National Science Foundation.
15. Gámez M, Cortés E, Alfaro JL, García N. Árboles de clasificación para el análisis de gráficos de control multivariante. *Matemática: Teoría y aplicaciones*. 2008; p. 30-42.



# *Actividad inhibitoria de la hialuronidasa del extracto hidroalcohólico de Piper peltatum*

*(Hyaluronidase inhibitor activity in hydroalcoholic extracts of Piper Peltatum)*

G. Pilco<sup>(1)\*</sup>, D. Vinueza<sup>(1)</sup>, K. Acosta<sup>(1)</sup>, A Torres<sup>(1)</sup>

Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
Panamericana Sur km 1 1/2, CP 060155, Riobamba - Ecuador.

\*Correspondencia. Tel.: +593-998470148, E-mail: gisel\_apb@yahoo.es (G, Pilco)

## **RESUMEN**

Ecuador se ubica en una zona geográfica privilegiada, presenta zonas climáticas bien definidas con características ambientales y geográficas únicas. Estas particularidades hacen que cada región posea sus propios ecosistemas, existiendo así muchas especies vegetales y animales sin investigar. La población hace uso de estos recursos para tratar diversas dolencias como por ejemplo, *Piper peltatum* utilizada en caso de mordedura de serpiente. El objetivo del estudio fue determinar si los extractos de esta especie presentaban efectos inhibitorios sobre la hialuronidasa, para lo cual se identificó los metabolitos secundarios presentes mediante el tamizaje fitoquímico, se cuantificó la cantidad de fenoles y flavonoides totales a través de métodos espectrofotométricos y se determinó el porcentaje de inhibición tanto sobre la hialuronidasa bovina como la hialuronidasa presente en el veneno de *Naja naja atra* y *Bothrops atrox*. Se identificó en *P. peltatum* alcaloides con potencial actividad antimitótica, cumarinas, terpenos, compuestos fenólicos y flavonoides. La cantidad de fenoles totales fue de  $14,49 \pm 1,2$  mg equivalente de ácido gálico/g extracto seco y  $14,53 \pm 0,208$  mg equivalente de Quercetina/g extracto seco de flavonoides. Respecto a la actividad inhibitoria se concluyó que existe mayor inhibición sobre la hialuronidasa bovina, seguida del veneno de *Naja naja atra* y no de manera significativa sobre *B. atrox*.

**Palabras claves:** *Piper peltatum*, hialuronidasa, *Naja naja atra*. Extracto, *Bothrops atrox*.

## **ABSTRACT**

Ecuador is located in a privileged geographical area, it has strongly defined climatic zones with unique environmental and geographical characteristics. These particularities mean that each region has its own ecosystems, so many plant and animal species exist without investigating. The population makes use of these resources to treat various ailments such as *Piper peltatum* used in case of snakebite. The objective of the study was to determine if extracts of this species has inhibitory effects on hyaluronidase. The secondary metabolites present were identified by phytochemical screening, the amount of phenols and total flavonoids was quantified by spectrophotometric methods, as well as the determination of the inhibition of bovine, *Naja naja atra* venom and *Bothrops atrox* hyaluronidase. *P. peltatum* contains alkaloids with potential antimitotic activity, coumarins, terpenes, phenolic compounds and flavonoids. The amount of total phenols was  $14.49 \pm 1.2$  mg gallic acid equivalent / g dry extract and  $14.53 \pm 0.208$  mg Quercetin equivalent /g dry flavonoid extract. Regarding the inhibitory activity, it was concluded that there is greater inhibition on bovine hyaluronidase, followed by *Naja naja atra* venom and not significantly on *B. atrox*.

**Key words:** *Piper peltatum*, hialuronidase, *Naja naja atra*, extract, *Bothrops atrox*.

## 1. Introducción

A pesar de su limitada extensión territorial, Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad del mundo. El país se ubica en una zona geográfica privilegiada, presenta 4 zonas climáticas bien definidas con características ambientales y geográficas únicas. Estas particularidades hacen que cada región posea sus propios ecosistemas (1). Ecuador posee un 10% de todas las especies de plantas, el 18% de todas las aves y el 8% del total de especies animales que existen en el planeta. De estos últimos, 3800 especies de vertebrados se han identificado (2).

La fauna ofídica es prevalente en ciertas zonas del país como Manabí y Morona Santiago siendo éstas las dos provincias con un mayor reporte de accidentes ofídicos (3). De los casos reportados, un gran porcentaje termina en muerte, y no sólo en el Ecuador sino en la mayoría de regiones rurales de las zonas tropicales del mundo (4,5). Esta elevada mortalidad se presenta a pesar de existir antídotos (inmunoglobulinas procedentes de caballos y ovejas inmunizados con veneno) con alta efectividad que neutralizan los componentes presentes en el veneno de serpiente (6,7).

Sin embargo, la eficacia de estas terapias está ampliamente restringida, ya que los antídotos solo sirven contra las especies de serpientes de las cuales se extrajo el veneno. Las limitaciones aumentan aún más debido a la variabilidad en la composición química de los venenos incluyendo la inter e intra especificidad taxonómica e incluso por la ontogenia (8–11). A esto debe sumarse, la debilidad de los sistemas de salud, los pocos países productores y sobre todo el costo que conlleva su elaboración (12).

En la mordedura de serpiente están involucrados un sinnúmero de procesos enzimáticos, debido a la composición química del veneno, que contiene enzimas de carácter proteolítico como: hialuronidasas, fosfolipasas A2, peptidohidrolasas, fosfodiesterasas y L- amino oxidasas, las cuales una vez inoculadas lesionan los diferentes tejidos (13).

Gonzáles y otros purificaron y caracterizaron una proteína presente en el veneno de *Bothrops atrox* (especie común en el Ecuador) la enzima presentaba actividad de hialuronidasa. Dicha enzima se sometió a pruebas de estabilidad y se identificó que después de 150 horas a pH de 5.0 perdió el 60% de su efecto y se inactivó a una temperatura mayor a 40°C (14).

En Ecuador es frecuente que la población use más la medicina tradicional que la sintética, de todas las especies vegetales que se emplean, se encuentra la familia Piperaceae que incluye 14 géneros (15,16), siendo los más abundantes *Piper* y *Peperomia* con 700 y 600 especies, respectivamente (17,18). En el país se han reportado 4 géneros con 215 especies, 75 de ellas endémicas (19), éstas especies son ampliamente usadas en la medicina tradicional por sus efectos antibacterianos, antifúngicos y desinfectantes, además previenen el dolor de estómago, alivian los síntomas de la gastritis, gripe, reumatismo, tos, dolor de cabeza, problemas de piel y próstata (20–22).

Matico de monte (*Piper ecuadorensis*) es empleado en caso de resaca, como desinfectante y cicatrizante por las comunidades de las Provincias de Loja y Zamora. Los curanderos de la comunidad Saraguro lo usan en combinación con otras plantas para el tratamiento de “mal de aire” (23). Del extracto crudo y flavanones aislados de *P. ecuadorensis* se comprobó su eficacia contra *Trichophyton*

*mentagrophytes* y *Trichophyton rubrum*. La concentración mínima inhibitoria (the minimum inhibitory concentration MIC por sus siglas en inglés), definida como la concentración más baja de un antimicrobiano que inhibe un crecimiento visible después de la incubación (24), fue de 31.25  $\mu\text{g/mL}$  para *T. mentagrophytes*, de 62.5  $\mu\text{g/mL}$  para *T. rubrum*, y 125  $\mu\text{g/mL}$  de pinocembrin para ambos hongos. El pinostrobin no mostró actividad antifúngica (16).

*Piper peltatum* es una especie conocida en la Amazonía y Sierra Ecuatoriana como Santa María o cordoncillo. Las hojas de esta especie son empleadas como emolientes, analgésicas, antigripales, antiinflamatorias, antisépticas e incluso en rituales, así por ejemplo, en Esmeraldas las aplican en el cuerpo para calmar a los niños cuando hay luna llena. En el oriente la usan en combinación con otras especies para combatir la mordedura de serpientes, sin embargo el manejo de esta costumbre sin su comprobación científica podría complicar la situación del paciente acelerando el daño tisular y hasta favorecer una sepsis. Por otro lado, el uso de los extractos vegetales podría detener la actividad enzimática y otorgar el tiempo necesario para que los pacientes lleguen a los centros de atención primaria de salud. Por lo que el objetivo de la presente investigación fue comprobar el efecto del extracto de *P. peltatum* sobre las enzimas que actúan en la mordedura de serpientes.

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1. Material vegetal*

Hojas de *Piper peltatum* recolectadas en Ecuador, provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi. Coordenadas 0°10'55.9"S 76 °41'23.5"W

#### *2.1.1. Tamizaje fitoquímico*

30 g de hojas secas y pulverizadas se sometieron a extracciones sucesivas con: éter etílico, alcohol y agua. A las soluciones obtenidas se añadió los reactivos de Dragendorff, Mayer, Wagner, Baljet, Borntrager, Liebermann – Buchard, Fehling, se realizó además la prueba de catequinas y resinas, para la identificación de los diferentes metabolitos secundarios.

#### *2.1.2. Extracto hidroalcohólico*

Se maceró 20 g de material vegetal seco y molido en etanol 50% v/v por 48 horas se sometió a reflujo durante 2 horas. A continuación, el filtrado fue concentrado.

#### *2.1.3. Cuantificación de fenoles totales mediante el reactivo de Folin Ciocalteu*

Se usó soluciones de ácido gálico a concentraciones de 20, 40, 60, 80 y 100 mg/L como estándar. 250  $\mu\text{L}$  de las muestras y el estándar fueron tomadas y diluidas en 15 mL de agua destilada, a los que se añadió 1.25 mL del reactivo de Folin – Ciocalteu. Se mezcló y se dejó en reposo durante 8 minutos en un ambiente cubierto de luz, luego de este periodo se agregó 3.75 mL de solución de carbonato de sodio al 7.5%, se aforó a un volumen de 25 mL, se mezcló nuevamente y se dejó en reposo por 2 horas. Se registró la absorbancia a 765 nm, y los datos de absorbancia de la muestra se interpolaron en la curva de calibración de ácido gálico (concentración vs absorbancia). Los resultados se expresaron en miligramos equivalentes de ácido gálico (GAE) por gramos de extracto seco (25)

#### 2.1.4. Cuantificación de flavonoides totales mediante método colorimétrico con $AlCl_3$

Quercetina se usó como estándar a concentraciones de 20, 40, 60, 80 y 100 mg/L. Se tomó 1 mL de la muestra, se añadieron 4 mL de agua destilada, se agregó 300  $\mu$ L de nitrito de sodio al 5%, después de 5 min se añadió 300  $\mu$ L de tricloruro de Aluminio al 10%, se esperaron 5 min y se agregaron 2 mL de hidróxido de sodio 1 M, se mezcló y se dejó reposar por 15 min a temperatura ambiente protegido de la luz. La absorbancia de la mezcla fue registrada a 510 nm, se realizó el mismo procedimiento y se trazó la curva de concentración vs absorbancia (26)

### 2.2. Inhibición de hialuronidasa

#### 2.2.1. Inhibición de la hialuronidasa bovina

Este método permite determinar mediante espectrofotometría la cantidad liberada de N-acetilglucosamina derivada de la degradación del hialuronato de sodio (27)(28)(29). 50  $\mu$ L de hialuronidasa bovina se disolvieron en buffer acetato de sodio 0.1 M (pH 3.6). Se añadió 50  $\mu$ L de dimetilsulfóxido al 5% (DMSO) a las diferentes concentraciones del extracto (6.25, 12.5, 25, 50, 250 y 1000 mg/m) a continuación fueron incubadas a 37°C durante 20 min. El DMSO al 5% fue usado como grupo control. Posteriormente, se agregaron 50  $\mu$ L de cloruro de calcio a una concentración de 12.5 mM necesario para activar la enzima, se incubó a 37 °C por 20 min adicionales. La reacción inició al añadir 250  $\mu$ L de hialuronato de sodio 1.2 mg/mL, se incubó la mezcla por 40 min a la misma temperatura. Se agregó 50  $\mu$ L de NaOH 0.4 M y 100  $\mu$ L de  $K_3BO_3$  0.2 M, la mezcla se colocó a un baño de agua hirviendo por 3 min. Se dejó enfriar y se añadieron 1.5 mL de p-dimetilaminobenzaldehído, nuevamente se incubó hasta que desarrolló color (30,31). En un espectrofotómetro se midió la absorbancia a 585 nm, el resultado fue expresado como porcentaje de inhibición (27) siguiendo la fórmula (1):

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{Ac-As}{Ac} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

Ac= absorbancia del control

As= absorbancia de la muestra a diferentes concentraciones

#### 2.2.2. Inhibición de la hialuronidasa del veneno de cobra *Naja naja atra* y *Bothrops atrox*

Se disolvió 100  $\mu$ g de veneno en 20  $\mu$ L de solución salina, la mezcla se incubó a 37 °C con 50  $\mu$ g de ácido hialurónico disuelto en 250  $\mu$ L de buffer acetato de sodio 0.2 M (pH 5.0) que simultáneamente contenía NaCl 0.15 N. Se midió la absorbancia a 585 nm y se aplicó la fórmula anterior (1) (31–33).

### 2.3. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el test de Fisher y posteriormente se aplicó el test de Tukey.

## 3. Resultados y discusión

Fueron pocos los metabolitos secundarios identificados en *Piper peltatum* mediante el tamizaje fitoquímico, los cuales variaron en dependencia del solvente en el cual se encontraba la muestra. La presencia de alcaloides se determinó en el extracto acuoso y alcohólico coincidiendo con varios estudios en donde mencionan que el principal componente de las especies de Piper

es el alcaloide piperina (34). Siendo las semillas el lugar de mayor concentración de estos compuestos. La zona geográfica donde crecen y se desarrollan las especies hace fluctuar el contenido de piperina (35). Se identificó de igual forma terpenos a través del ensayo de Lieberman- Burchard tanto en el extracto alcohólico y etéreo y cumarinas únicamente en el extracto alcohólico. Además de compuestos fenólicos y flavonoides. Resultados que coinciden con los obtenidos por Parma que indica la presencia de neolignanos y lignanos, alcaloides, terpenos y propenilfenoles aislados a partir del extracto clorofórmico de *P.betle*, los últimos presentan actividad fungicida y nematocida (36).

De los compuestos identificados en *P. peltatum*, los alcaloides presentan una variedad de efectos ejercen sobre otros organismos. Por ejemplo, la creencia más extendida de la función de los alcaloides es que actúan como venenos o repelentes hacia los depredadores, parásitos y competidores (37), pero no solo eso, actualmente, son usados como poderosos analgésicos, antiespasmódicos, inmunomoduladores etc. El extracto alcohólico de las frutas de *P. longum* y su componente la piperina fueron estudiados por su actividad antitumoral e inmunomoduladora, el extracto resultó ser 100% tóxico a concentraciones de 500  $\mu\text{g/mL}$  en el linfoma de Dalton (DLA) y en concentraciones de 250  $\mu\text{g/mL}$  frente a las células del carcinoma de Ehrlich (EAC) (38).

El primer alcaloide aislado de las especies de Piper fue la piperina, el cual actúa como: depresor del sistema nervioso central, antipirético, analgésico y antiinflamatorio (36). Miyakado y otros aíslan la pipericida de *P. nigrum*, responsable del efecto insecticida, larvicida, además de obtener el (2E,8E)-N-9-(3,4-Metilenedioxifenil)nonadienoilpiperidina con efecto dilatador sobre el corazón de conejos (36,39).

El contenido de fenoles totales de *Piper peltatum* fue de 14.49 mg GAE/g extracto seco. No existen investigaciones relacionadas a esta especie. No obstante, estudios realizados en especies de la Familia Geraniaceae reportaron valores de aproximadamente 109.8 mg GAE/g extracto y de 84.1 mg GAE/g extracto, según la parte usada de la especie vegetal en el extracto metanólico, mientras que en el extracto acuoso cantidades de 60.76 mg GAE/g extracto (40). En especies de la Familia Myrtaceae, se obtuvo un valor de 45.63 mg GAE/g extracto (41). Por lo que se puede decir, que la cantidad de fenoles no es representativa en la familia Piperaceae.

Para la cuantificación de flavonoides mediante el método colorimétrico, se usó una curva de calibración con estándar de quercetina, se obtuvo en las hojas 14.53  $\pm 2$  mg QE/g extracto, de igual forma especies de la familia Geraniaceae presentan valores entre 71.2 - 78.4 mg QE/g extracto según la parte usada (40); mientras que en *Myrcianthes hallii* perteneciente a la familia Myrtaceae el valor obtenido de flavonoides fue de 11.64 mg QE/g extracto (41). Una mayor cantidad de flavonoides que de compuestos fenólicos puede deberse al método usado, que es muy susceptible. La presencia de dobles enlaces entre el C2 y C3 de los flavonoides, grupos OH no sustituidos en el C5, C7 o C4' y grupo cetona en el C4 aumentan el efecto inhibitor sobre la hialuronidasa bovina (42).

Como se observa en la Tabla No 1, a la concentración de 250 mg/mL de extracto de *P. peltatum* se obtuvo un porcentaje de inhibición de hialuronidasa bovina de 81.14%, mientras a una concentración de 6.25 mg/mL presentó un 72.78%, y a la concentración más alta de 1000 mg/mL se obtuvo un 69.75%. Comparando con otras investigaciones realizadas en *Pelargonium x domesticum* se obtuvo un porcentaje de inhibición de 90.89% a concentraciones de 0.625 mg/mL (31). En este caso resulta que *P.peltatum* es un inhibidor menos potente que *P. domesticum*.

Además, se observa que la relación no es inversamente proporcional entre la concentración del extracto y el efecto inhibitorio como en otros casos, posiblemente debido a que en la familia Piperaceae hay mayor contenido de alcaloides y no de compuestos fenólicos.

De la misma manera en la tabla No 1, se observa los resultados obtenidos de la inhibición de la hialuronidasa en los venenos de *Bothrops atrox* y *Naja naja atra*, evidenciando que a mayores concentraciones existe un menor efecto inhibitorio. Siendo dos veces más el porcentaje de inhibición frente a *Naja atra* que frente a *B. atrox*. El extracto a una concentración de 6.25 mg/mL inhibe en un 40.17% a la hialuronidasa contenida en *Naja naja atra*, mientras que a ese mismo valor inhibe únicamente un 23.05% a la *Bothrox atrox*. Este resultado aparentemente bajo, podría deberse a que en la Amazonía, en caso de mordeduras de serpientes usan una combinación de plantas entre ellas *P. peltatum* para controlar e incluso detener el avance de las toxinas (43). Siendo la especie *B. atrox* la que se puede localizar en Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guyana Francesa, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (44). En este estudio se valoró el efecto inhibitorio de *P. peltatum* sólo y no en combinación con otras especies como lo utilizan en la Amazonía.

Tabla 1. Porcentaje de inhibición de los extractos a diferentes concentraciones de *P. peltatum* sobre las diferentes hialuronidasas.

	Concentración (mg/mL)	Porcentaje de Inhibición		
		Bovina	Bothrops atrox	Naja naja atra
<b>Hojas</b>	1000	69,75	4,69	14,59
	250	81,14	17,18	30,12
	50	79,62	23,53	35,05
	25	77,72	23,80	37,12
	12,50	74,05	24,07	37,92
	6,25	72,78	23,05	40,17

Pithayanuku y otros en el 2005, analizan extractos acuosos de polifenoles vegetales (*Pentace burmanica*, *Pithecellobium dulce*, *Areca catechu* y *Quercus infectoria*) para determinar sus actividades inhibitorias contra el veneno de *Naja kaouthia* (NK) mediante el método de neutralización *in vitro*. Los tres primeros extractos inhiben completamente la letalidad del veneno a una concentración de 4 LD50 y la actividad necrotizante del veneno a la dosis necrotizante mínima, además que también inhibe hasta el 90% de la actividad de acetilcolinesterasa del veneno NK a concentraciones de taninos mucho más bajas que la de *Quercus.infectoria*. La DE50 de los taninos que inhibe las actividades del veneno NK varía según los taninos condensados y su contenido en los extractos. Al parecer puede existir un acoplamiento molecular de los complejos entre  $\alpha$ -cobratoxina y los taninos hidrolizables o condensados en sus configuraciones energéticas más bajas. Se plantea que estos polifenoles podrían actuar bloqueando de manera selectiva el receptor nicotínico de acetilcolina y no precipitando las proteínas del veneno (45). Con estos resultados se define nuevamente que los compuestos fenólicos son los responsables del efecto inhibitorio.

En función del tiempo, los extractos alcanzaron el máximo efecto inhibitorio entre los 180 segundos en *B. atrox*, y 200 segundos frente a *Naja naja atra*, mientras que *Pelargonium x domesticum* a una concentración de 0.625 mg/mL alcanzó el mayor valor inhibitorio a los 150

segundos sobre la hialuronidasa de veneno de cobra. Todos los datos tienden a disminuir una vez que alcanzan los máximos efectos inhibitorios (31). Los taninos condensados son los que mayor efecto inhibitorio poseen, seguido de luteolina, apigenina y kaempferol (46)

Del análisis estadístico se concluye que los valores obtenidos de la inhibición de la hialuronidasa en el veneno de *Naja naja atra* difieren significativamente de los valores obtenidos en *B. atrox*. Señalando que los extractos de *P. peltatum* actúan de forma importante sobre la hialuronidasa bovina y la *Naja naja atra*

## Conclusiones

*Piper peltatum* conocida también como Santa María o Cordoncillo presenta entre sus metabolitos secundarios a los alcaloides, los cuales son responsables de una variedad de efectos que van desde la analgesia a la estimulación o depresión del Sistema Nervioso Central pero sobre todo son reconocidos por actuar como venenos o repelentes hacia los depredadores, parásitos y competidores. En el caso de la Familia Piperaceae la piperina es el alcaloide característico de este grupo de especies vegetales y actualmente es estudiado por su potencial antimitótico.

Además se logró identificar y cuantificar los compuestos fenólicos representados como fenoles totales y flavonoides (14,49±1,2 mg equivalente de ácido gálico/g extracto seco y 14,53±0,208 mg equivalente de Quercetina/g extracto seco de flavonoides respectivamente) en *P. peltatum*. Al comparar éstos valores con los presentados por otras especies del país, la cantidad de fenoles totales en *P. peltatum* es relativamente bajo. Por lo que probablemente su efectividad contra heridas y cortes se deba a la combinación de metabolitos y no a una fracción aislada.

En la Amazonía *P. peltatum* es usado en combinación con otras plantas para contrarrestar las reacciones bioquímicas que se producen en la mordida de serpiente, en esta investigación se concluye que *P. peltatum* no es el responsable de esa inhibición debido a que según revisión bibliográfica los metabolitos responsables de tal efecto son principalmente los compuestos fenólicos. *P. peltatum* en combinación con otras especies probablemente ejerza un efecto sinérgico más no es el responsable del efecto individual. El porcentaje de inhibición de la hialuronidasa bovina es relativamente alto, por lo que *P. peltatum* puede ser usado con fines cosméticos con el fin de evitar el envejecimiento.

## Agradecimientos

Se agradece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por las facilidades brindadas para realizar esta investigación. Especialmente a la Facultad de Ciencias.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Bravo E. La biodiversidad en el Ecuador [Internet]. 2014. Available from: [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La Biodiversidad.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf)

2. Ecuador E del. Flora y Fauna [Internet]. Available from: <http://www.embassyecuador.eu/site/index.php/es/turismo-inf-general-2/turismo-flora-fauna#>
3. MSP. Gaceta epidemiológica semanal [Internet]. 2017. Available from: <http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2013/02/Gaceta-General-SE50.pdf>
4. Kasturiratne A. The global burden of snakebite: A literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Med.* 2008;5(11):218.
5. Harrison R, Hargreaves A, Wagstaff S, Faragher B, Lalloo D. Snake envenoming: A disease of poverty. *PLoS Negl Trop Dis.* 2009;3(12):569.
6. Abubakar I, Group N-UES. Randomised controlled double-blind non-inferiority trial of two antivenoms for saw-scaled or carpet viper (*Echis ocellatus*) envenoming in Nigeria. *PLoS Negl Trop Dis.* 2010;4(7):767.
7. Williams D. Ending the drought: New strategies for improving the flow of affordable, effective antivenoms in Asia and Africa. *J Proteomics.* 2011;74(9):1735–67.
8. Chippaux J, Williams V, White J. Snake venom variability: Methods of study, results and interpretation. *Toxicon.* 1991;29(11):1279–303.
9. Durban J. Profiling the venom gland transcriptomes of Costa Rican snakes by 454 pyrosequencing. *BMC Genomics.* 2011;12:259.
10. Durban J. Integrated “omics” profiling indicates that miRNAs are modulators of the ontogenetic venom composition shift in the Central American rattlesnake, *Crotalus simus simus*. *BMC Genomics.* 2013;14:234.
11. Gibbs H, Sanz L, Sovic M, Calvete J. Phylogeny-based comparative analysis of venom proteome variation in a clade of rattlesnakes (*Sistrurus* sp.). *PLoS One.* 2013;8(6):67220.
12. Salud OM de la. Morderduras de serpientes venenosas [Internet]. Notas descriptivas. 2018. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/snakebite-envenoming>
13. Zúñiga I, Lozano J. Aspectos clínicos y epidemiológicos de la mordedura de serpientes en México. *Evid médica e Investig en salud.* 2013;6(4):125–36.
14. González É, Ortiz C, Sandoval G, Lazo F, Delgadillo J, Rodríguez E, et al. PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE UN FACTOR DE DIFUSIÓN PRESENTE EN EL VENENO DE LA SERPIENTE *Bothrops atrox* ( JERGON ). *Rev Soc Quím Perú.* 2013;79(1):3–12.
15. Mabberley D. *The Plant-book. A Portable Dictionary of the Higher Plants.* New York: Cambridge University Press; 1997.
16. Ramirez J, Cartuche L, Morocho V, Aguilar S, Malagon O. Antifungal activity of raw extract and flavonoids isolated from *Piper ecuadorensis* from Ecuador. *Rev Bras Farmacogn.* 2013;23(2):370–3.
17. Joly A. *Botânica: Introdução a Taxonomia vegetal.* São Paulo: Companhia Editora Nacional; 1991.
18. López A, Sheng D, Towers N. Antifungal activity of benzoic acid derivatives from *Piper lanceaefolium*. *J Nat Prod.* 2002;65:62–4.
19. Jorgensen PM, León-Yáñez S. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador.* USA: Missouri Botanical Garden Press; 1999. 779-783 p.
20. Terreaux C, Gupta M, Hostettman K. Antifungal benzoic acid derivatives from *Piper dilatatum*. *Phytochemistry.* 1998;38:350–3.

21. Dyer L, Richards J, Dodson C. Isolation, synthesis, and evolutionary ecology of Piper amides. In: Piper: A model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2004. p. 117–39.
22. Tene V, Malagón O, Vita Finzi P, Vidari G, Armijos C, Zaragoza T. An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *J Ethnopharmacol.* 2006;111:63–81.
23. Andrade M, Armijos C, Malagón O, Lucero H. Plantas medicinales silvestres empleadas por la etnia Saraguro en la Parroquia San Lucas, Provincia de Loja-Ecuador. Loja: Editorial UTPL; 2009.
24. Andrews J. Determination of minimum inhibitory concentrations. *J Antimicrob Chemother.* 2001;48(1):5–16.
25. Rover MR, Brown RC. Quantification of total phenols in bio-oil using the Folin-Ciocalteu method. *J Anal Appl Pyrolysis.* 2013;104:366–71.
26. Raj K. Evaluation of anti-oxidant activities and total phenol and flavonoid content of the hydro- alcoholic extracts of *Rhodiola* sp. *Pharmacogn J.* 2010;2(11):431–5.
27. Ipek Süntar, Ibrahim Tumen, Osman Ustün, Hikmet Keleş EKA. Appraisal on the wound healing and anti-inflammatory activities of the essential oils obtained from the cones and needles of *Pinus* species by in vivo and in vitro experimental models. *J Ethnopharmacol.* 2011;139(2):533– 540.
28. Lee, K.K. Choi JD. The effects of *Areca catechu* L. extracts on anti ageing. *Int J Cosmet Sci.* 1999;21:285–294.
29. Sahasrabudhe A, Deodhar M. Anti-hyaluronidase, anti-elastase activity of *Garcinia indica*. *Int J Bot.* 2010;299–303.
30. Ratnasooriya WD, Abeyssekera WP. KM, Ratnasooriya CTD. In vitro anti-hyaluronidase activity of Sri Lankan low grown orthodox orange pekoe grade black tea (*Camellia sinensis* L.). *Asian Pac J Trop Biomed* [Internet]. 2014;4(12):959–63. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2221169115301118>
31. Pilco G, Vinueza D, Acosta K, Sánchez S, Abdo S. Actividad inhibitoria del extracto de geranio (*Pelargonium x domesticum*) sobre hialuronidasa. In: Libro de memorias V Congreso Internacional de la Ciencia, Tecnología, emprendimiento e innovación. Riobamba; 2018. p. 821–30.
32. Wu SJ, Ng LT. Antioxidant and free radical scavenging activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) in Taiwan. *LWT - Food Sci Technol.* 2008;41:323–30.
33. Boukhris M, Simmonds MSJ, Sayadi S, Bouaziz M. Chemical Composition and Biological Activities of Polar Extracts and Essential Oil of Rose-scented Geranium , *Pelargonium graveolens*. 2013;1213(April 2012):1206–13.
34. Scott IM, Jensen ÆHR, Philoge BJR, Arnason ÆJT. A review of *Piper* spp . ( *Piperaceae* ) phytochemistry , insecticidal activity and mode of action. 2008;65–75.
35. Semler U, Gross G. Distribution of piperine in vegetative parts of *Piper nigrum*. *Phytochemistry.* 1988;27:1566–7.
36. Parmar V et al. Phytochemistry of the genus *Piper*. *Phytochemistry.* 1997;46(4):597–673.
37. Robinson T. Metabolism and Function of Alkaloids in Plants Published by : American Association for the Advancement of Science Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1738505> Linked references are available on JSTOR for this article : Metabolism and Function of Alkaloids in Plants. 2016;184(4135):430–5.

38. Sunila E., Kuttan G. Immunomodulatory and antitumor activity of Piper longum Linn. and piperine. *J Ethnopharmacol.* 2004;90(2-3):339-46.
39. Oizumi Y, Kajiwara A, Shoji N, Takemoto T. *Chemical Abstracts.* 1988. P68970 p.
40. Boukhris M, Simmonds MSJ, Sayadi S, Bouaziz M. Chemical Composition and Biological Activities of Polar Extracts and Essential Oil of Rose-scented Geranium, *Pelargonium graveolens*. *Phyther Res.* 2013;27:1206-13.
41. Mirallas G. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE YANTIINFLAMATORIA in vitro DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE HOJAS DE *Myrcianthes hallii*. ESPOCH; 2018.
42. Kuppusamy U., Das N. Inhibitory effects of flavonoids on several venom hyaluronidases. *Experientia.* 1991;47:13-7.
43. Torres A. COMPROBACIÓN DE LA ACTIVIDAD INHIBITORIA DEL EXTRACTO HIDRO-ALCOHÓLICO DE *Piper peltatum* SOBRE HIALURONIDASA. 2018.
44. McDiarmid R, Campbell J, Touré T. Snake Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. *Herpetologists' League;* 1999. 511 p.
45. Pithayanukul P, Ruenraroengsak, Pakatip. Bavovada R, Pakmanee N, Suttisri R, Saen-oon S. Inhibition of *Naja kaouthia* venom activities by plant polyphenols. *J Ethnopharmacol.* 2005;97(3):527-33.
46. Kuppusamy UR, Khoo HE, Das N. Structure - activity studies of flavonoids as inhibitors of hyaluronidase. *Biochem Pharmacol.* 1990;40(2):397-40









*Fonsecaea pedrosoi*: Uno de los principales agentes causales de cromoblastomycosis (micosis que afecta la piel y el tejido subcutáneo) en países tropicales (56). *Neocoleroa metrosideri*: Patógeno causante de manchas foliares (25).

### 3.1.5. Hongos sin uso definido

*Chirleja buckii*: Hongo liquenizado, con una morfología y un modo de reproducción inusuales (29). *Tricharina praecox var. praecox*: Es una especie que suele crecer en zonas quemadas, aunque también pueden crecer sobre suelo desnudo sin restos de hogueras (57). Entre las especies que aún no tienen uso definido se encuentran: *Clavaria californica*, *Clitocybe cokeri*, *Conioscypha minutispora*, *Entoloma kruticianum*, *Fusicladium eucalypticola*, *Geomyces auratus*, *Jimgerdemannia lactiflua*, *Penicillium tularense*, *Pseudogymnoascus verrucosus*, *Ramariopsis flavescens* y *Thelonectria trachosa*.

## 3.2. Diversidad Microbiana Fúngica del bosque Palictahua

Dentro de los hongos que poseen grandes potencialidades para su uso en el control biológico, también están presentes hongos entomopatógenos, nematófagos y micoparásitos, además también existe una gran variedad de promotores de crecimiento (PGP), hongos micorrízicos y hongos con variedad de aplicaciones biotecnológicas, industriales, ecológicas y alimenticias. Por otro lado también se han encontrado especies patógenas vegetales, humanas, parásitas de medios acuáticos y otras especies sin uso definido.

### 3.2.1. Potenciales controladores Biológicas

*Metarhizium robertsii*: Hongo entomopatógeno, también coloniza endofíticamente las raíces de las plantas (potencial simbiote), no se distribuye aleatoriamente en los suelos, sino que se asocia preferentemente con la rizósfera de la planta cuando se aplica en entornos agrícolas (53). *Paraphaeosphaeria parmeliae*: Micoparásito cosmopolita, que se presenta en una amplia gama de royas, con potencial como agente de control biológico (58).

### 3.2.2. Hongos micorrízicos y Promotores del crecimiento de las plantas (PGP)

*Acaulospora cavernata*: Hongo micorrízico arbuscular aislado y cultivado a partir de rizósferas de varias plantas en Corea (28). *Ambispora fennica*: Hongo micorrízico arbuscular aislado de la rizósfera de *Adiantum capillus-veneris*, *Baccharis conferta*, *Quercus candicans*, *Q. crassifolia*, *Salvia lavanduloides* y *Selaginella lepidophylla* que crecen en los bosques templados de México (60)

*Diversispora spurca*: Hongo micorrízico arbuscular que causó el aumento de la actividad de catalasa de raíz (CAT) en plántulas no estresadas y aumento de la concentración de proteína soluble en la raíz y actividad de la CAT en las plántulas anegadas de cítricos (*Citrus junos*), induciendo así un menor daño oxidativo (63).

*Pezicula heterochroma*: Saprófita o como endófito frecuentemente aislado de ramas vivas y raíces que no muestran síntomas de enfermedad (11). *Rhizophagus proliferus*: Hongo micorrízico arbuscular (35). *Rhizopogon subbadius*: Hongo simbiote ectomicorrízico de pináceas nativas e introducidas en todo el mundo (38).

*Trichoderma*: Agente de control biológico de hongos (muy agresivo contra hongos fitopatógenos) y nematodos, además posee acción como inductor de resistencia en las plantas y estimulador de crecimiento (PGP) (34).

### 3.2.3. Hongos con potenciales usos industriales, biotecnológicos, ecológicos y alimenticios

*Amanita vernicoccora*: Hongo comestible (43). *Caloplaca cancarixitica*: Especie encontrada en una cancarixita (una roca ultrapotásica), en una región volcánica de Albacete-España (44). *Mortierella amoeboides* y *M. sarnyensis*: Aplicaciones biotecnológicas.

*Saitozyma*: Aplicaciones ecológicas, *S. podzolica* se correlaciona positivamente con la presencia de aluminio en los suelos (39). *Tuber turmericum*: Una especie de trufa china (16).

### 3.2.4. Hongos Patógenos Vegetales y Humanos

*Arthrographis kalrae*: Es un saprófito del medio ambiente, que se encuentra principalmente en el suelo y el compost. En los últimos años, se han descrito casos de infecciones oportunistas (onicomicosis, fungemia) atribuidas a este patógeno humano (14). *Claviceps tenuispora*: Patógeno.

*Curvularia americana*: En este género se incluye numerosos patógenos de plantas y algunos patógenos oportunistas emergentes de los seres humanos (32). *Exophiala pisciphila*: Un hongo dematiáceo marino (color oscuro) perteneciente a la familia de las levaduras negras. Fue descrito por Carmichael en 1966, desde entonces, se ha implicado como causa de micosis sistémica en varias especies de peces (26).

*Exophiala salmonis*: Causa una micosis sistémica interna de salmónidos criados en el mar de baja prevalencia (27). *Gromochytrium mamkaevae*: Es un parásito del alga *Tribonema gayanum* (18). *Histoplasma capsulatum*: Hongo dimórfico causante de la Histoplasmosis, micosis sistémica y endémica en una amplia zona de las Américas (41).

*Malassezia nana*: Se aisló de un gato y vacas con o sin otitis externa (miembro de la flora microbiológica de los animales), como las otras especies de *Malassezia*. Se requieren más estudios para investigar si *M. nana* juega un papel patogénico en la otitis externa u otras enfermedades de humanos y animales (22).

*Malassezia restricta*: pueden estar involucradas en trastornos de la piel, como pitiriasis versicolor, dermatitis seborreica, eccema atópico y foliculitis, y se producen a mayor densidad de población en cueros cabelludos con caspa que en cueros cabelludos sin caspa (61).

*Plectosphaerella populi*: Patógeno de plantas hortícolas (50). *Pleurostoma richardsiae*: Patógeno causante de la enfermedad del tronco del vid (46). *Roussoella solani*: Patógeno humano, causante de queratomicosis (37).

### 3.2.5. Hongos sin uso definido

*Neurospora tetraspora* (= *Gelasinospora tetrasperma*) se encontró en el estiércol de la perdiz blanca, caballo, conejo y, vaca, además fue uno de los ascomicetes aislados más frecuen-

tes de la madera podrida en los bosques de Albert Noroeste (Canadá) (40). *Reniforma strues*: Hongo aislado de la película biológica de una planta primaria de tratamiento de aguas residuales (49).

Entre las especies que no aún no tienen uso definido se encuentran: *Apiotrichum porosum*, *Apodus deciduus*, *Auricularia nigricans*, *Blastophorum aquaticum*, *Byssocorticium caeruleum*, *Chlorociboria macrospora*, *Coralloidiomyces digitatus*, *Dictyosporium alatum*, *Entoloma mastoideum*, *Microcera rubra*, *Phialocephala virens*, *Prosthemium intermedium*, *Pyrenochaetopsis leptospora*, *Tomentella agbassaensis* y *Tomentella beaverae*.

#### 4. Conclusiones

Este trabajo se constituye como punto de partida en la caracterización de la diversidad de hongos en los bosques Andinos Llucud y Palictahua de la provincia de Chimborazo, pues no existe información previa de ésta índole para realizar comparaciones. Por ende, la caracterización molecular de la diversidad fúngica de los bosques nativos Andinos Llucud y Palictahua, permitió dilucidar la verdadera importancia de estas formaciones naturales.

Palictahua presentó mayor diversidad de hongos que Llucud, sin embargo es importante cuidar ambos bosques, por la gran riqueza microbiana autóctona de cada formación ecosistémica, con potencialidades para incorporarse a programas de control biológico de plagas agrícolas y un sinnúmero de aplicaciones en varios campos.

#### Bibliografía

1. Abarenkov, K. et al., 2010. The UNITE database for molecular identification of fungi – recent updates and future perspectives. *New Phytologist*, 186: 281-285.
2. Asturnatura. 2012. *Glomus macrocarpum* Tul. & C. Tul. [Internet]. Num. 363 [actualizado 11 marzo 2012; citado 8 septiembre 2018]. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/especie/glomus-macrocarpum.html>
3. Bolger, A., Lohse, M., & Usadel, B. 2014. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, 30 (15): 2114–2120.
4. Bushnell, B., Rood, J., & Singer, E. 2017. BBMerge – Accurate paired shotgun read merging via overlap. *PLOS ONE* 12(10):
5. Buzzini, P., Lachance, M.-A., & Yurkov, A. 2017. *Yeasts in Natural Ecosystems: Ecology*. Switzerland, Suiza: Springer. 281 P.
6. Cadena, J., Martínez, M., Guzmán, L., & Arteaga, L. 2016. Aplicación de secuenciación masiva para el estudio y exploración de diversidad microbiana y su aprovechamiento biotecnológico. *AGROproductividad*, 9 (2): 70-83.
7. Camacho, C., et al., 2009. BLAST+: architecture and applications. *BMC bioinformatics*, 10(1), 421.
8. Caranqui, J., Salas, F., Haro, W., & Palacios, C. 2014. Avances en la diversidad y composición florística en los páramos y bosques de la provincia de Chimborazo. *ESPOCH, GADP CHIMBORAZO*. 76 P.

9. Carballar, S., Hernández, V., Montaña, N., Larsen, J., Ferrera, R., Taboada, O. et al. 2017. Native communities of arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Capsicum annuum* L. respond to soil properties and agronomic management under field conditions. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 245: 43-51.
10. Chen, A., Varga, J., Frisvad, J., Jiang, X., & Samson, R. Polyphasic taxonomy of *Aspergillus* section *Cervini*. *Studies in Mycology*. [Internet]. 2016 [citado 9 septiembre 2018]. 85: 65–89. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5192051/>
11. Chen, C., Verkley, G., Sun, G., Groenewald, J., & Crous, P. Redefining common endophytes and plant pathogens in *Neofabraea*, *Pezizula*, and related genera. *Fungal biology* [Internet]. 2016. [citado 12 septiembre 2018]. 120: 1291-1322. Disponible en: [http://www.westerdijkinstitute.nl/images/ResearchGroups/Phytopathology/pdf/2016\\_Chen\\_Neofabraea.pdf](http://www.westerdijkinstitute.nl/images/ResearchGroups/Phytopathology/pdf/2016_Chen_Neofabraea.pdf)
12. Chen, J., Xu, L.-L., Liu, B., & Liu, X.-Z. 2007. Taxonomy of *Dactylella* complex and *Vermispora*. III. A new genus *Brachyphoris* and revision of *Vermispora*. *Fungal Diversity*, 26, 127-142. Obtenido de <http://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/26-5.pdf>
13. Crous, P., & Groenewald, J. 2012. *Coleophoma proteae* Crous, sp. nov. En: *Fungal Planet description sheets*. *Persoonia*. 28: 162-163.
14. Denis, J., Sabou, M., Degot, T., Candolfi, E., & Letscher-Bru, V. First case of *Arthrographis kalrae* fungemia in a patient with cystic fibrosis. *Med Mycol Case Rep*. [Internet]. 2016 [citado 10 septiembre 2018]. 14: 8-11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5154970/>
15. Edgar, R., Haas, B., Clemente, J., Quince, C., & Knight, R. 2011. UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection. *Bioinformatics*, 27 (16): 2194–2200.
16. Fan, L., Liu, X., & Cao, J. *Tuber turmericum* sp. nov., a Chinese truffle species based on morphological and molecular data. *Mycological Progress*. [Internet]. 2015 [citado 12 septiembre 2018]. 14: 111 P. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11557-015-1134-z>
17. Filippucci, S., Tasselli, G., Scardua, A., Di Mauro, S., Cramarossa, M., Perini, D. et al. Study of *Holtermanniella wattica*, *Leucosporidium creatinivorum*, *Naganishia adeliensis*, *Solicocozyma aerea*, and *Solicocozyma terricola* for their lipogenic aptitude from different carbon sources. *Biotechnol Biofuels*. [Internet]. 2016 [citado 10 septiembre 2018]. 9: 259 P. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5126845/>
18. Gareth, E. B., Hyde, K., & Pang, K.-L. *Freshwater Fungi: and Fungal-like Organisms*. Berlín, Germany: Walter de Gruyter GmbH. [Internet]. 2014. [citado 11 septiembre 2018]. 495 P. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=mXfnBQAAQBAJ&pg=PA283&lpg=PA283&dq=Gromochytrium+mamkaevae%2%A0&source=#v=onepage&q=Gromochytrium%20mamkaevae%2%A0&f=false>
19. Gómez, A., et al. *Simplicillium coffeanum*, a new endophytic species from Brazilian coffee plants, emitting antimicrobial volatiles. *Phytotaxa*. [Internet]. 2018. [citado 11 septiembre 2018]. 333(2): 188-198. Disponible en: <https://biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.333.2.2>
20. Hawksworth, D. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycol Res* 105:1422–1432
21. Hawksworth, D. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Stud Mycol* 50:9–18
22. Hirai, A., Kano, R., Makimura, K., Robson, E., Soares, J., Lachance, M. et al. *Malassezia nana* sp. nov., a novel lipid-dependent yeast species isolated from animals. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. [Internet]. 2004. [citado 11 septiembre 2018]. 54: 623–627. Disponible en: <http://www.microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/ijsem/54/2/623.pdf?expires=1536128746&id=id&accname=guest&checksum=7C6E9511FD03C3739350E7EB4E6088FB>

23. Ibarra, J., Del Rincón, M., Galindo, E., Patiño, M., Serrano, L., García, R. et al. Los microorganismos en el control biológico de insectos y fitopatógenos. *Rev Latinoam Microbiol.* [Internet]. 2006. [citado 11 septiembre 2018]. 48(2): 113-120. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2006/mi062k.pdf>
24. Jayasiri, S., Hyde, K., Ariyawansa, H., Bhat, J., Buyck, B., & Cai, L. The Faces of Fungi database: fungal names linked with morphology, phylogeny and human impacts: *Deniquelata barringtoniae* Facesoffungi number: FoF 00035. *Fungal Diversity.* [Internet]. 2015. [citado 9 septiembre 2018]. 74(1): 3-18. Disponible en: <http://www.facesoffungi.org/deniquelata-barringtoniae-facesoffungi-number-fof-00035/>
25. Johnston, P., & Duckchul, P. *Neocoleroa metrosideri* sp. nov. (Symptoventuriaceae, Venturiales). *Phytotaxa.* [Internet]. 2016. [citado 11 septiembre 2018]. 253(3): 214 P. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/299473347\\_Neocoleroa\\_metrosideri\\_sp\\_nov\\_Symptoventuriaceae\\_Venturiales](https://www.researchgate.net/publication/299473347_Neocoleroa_metrosideri_sp_nov_Symptoventuriaceae_Venturiales)
26. Kebbe, J., & Mador, J. *Exophiala pisciphila*: una nueva causa de micosis broncopulmonar alérgica. *J Thorac Dis.* [Internet]. 2016. [citado 14 septiembre 2018]. 8(7): 538-541. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4958854/>
27. Langvad, F., & Engjom. Identification leaflets for diseases and parasites of fish and shellfish. International Council for the Exploration of the Sea. [Internet]. 2016. [citado 12 septiembre 2018] 5 P. Disponible en: <http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Disease%20Leaflets/Sheet%20no%2042.pdf>
28. Lee, E., Lee, J., Eo, J., Ka, K., & Eom, A. Notes on Some Unrecorded Species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Collected from Rhizospheres of Plants in Korea. [Internet]. 2012. [citado 10 septiembre 2018]. 42: 306-311. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/270574180\\_Notes\\_on\\_Some\\_Unrecorded\\_Species\\_of\\_Arbuscular\\_Mycorrhizal\\_Fungi\\_Collected\\_from\\_Rhizospheres\\_of\\_Plants\\_in\\_Korea](https://www.researchgate.net/publication/270574180_Notes_on_Some_Unrecorded_Species_of_Arbuscular_Mycorrhizal_Fungi_Collected_from_Rhizospheres_of_Plants_in_Korea)
29. Lendemer, J., & Hodkinson, B. *Chirleja buckii*, a new genus and species of lichenized-fungi from Tierra del Fuego, southern South America. *New Zealand Journal of Botany.* [Internet]. 2012. [citado 14 septiembre 2018]. 50(4): 449-456. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0028825X.2012.732093>
30. Lim, S., Lee, S., Kong, H., & Lee, J. Entomopathogenicity of *Simplicillium lanosoniveum* Isolated in Korea. *Mycobiology.* [Internet]. 2014. [citado 9 septiembre 2018]. 42(4): 317-321. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4298834/>
31. Liu, D., & Paterson, R. R. (2011). 25 *Chrysosporium*. En *Molecular Detection of Human Fungal Pathogens* (págs. 197-200). Estados Unidos: CRC Press. Disponible en: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/33400/1/document\\_6946\\_1.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/33400/1/document_6946_1.pdf)
32. Madrid, H., da Cunha, K., Gené, J., Dijksterhuis, J., Cano, J., Sutton, D. et al. Novel *Curvularia* species from clinical specimens. *Persoonia.* [Internet]. 2014. [citado 11 septiembre 2018]. 33: 48-60. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4312937/>
33. Mahé, F., Rognes, T., Quince, C., De Vargas, C., & Dunthorn, M. 2014. Swarm: robust and fast clustering method for amplicon-based studies. *PeerJ* 2:e593
34. Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal.* [Internet]. 2013. [citado 11 septiembre 2018]. 28(1): 1-11. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
35. Méndez, H., Marmolejo, J., Olalde, V., Cantú, C., & Varela, L. Nuevos registros de hongos micorrizógenos arbusculares para México. *Revista Mexicana de Micología.* [Internet]. 2012. [citado 7 septiembre 2018]. 36: 49-56. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v36/v36a8.pdf>

36. Midgley, D., Greenfield, P., Bissett, A., & Tran-Dinh, N. First evidence of *Pezoloma ericae* in Australia: using the Biomes of Australia Soil Environments (BASE) to explore the Australian phylogeography of known ericoid mycorrhizal and root-associated fungi. *Mycorrhiza*. [Internet]. 2017. [citado 11 septiembre 2018]. 27(6): 587-594. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28315064>
37. Mochizuki, K., Nishida, T., Murata, K., Ishida, K., Sunada, A., Asari, S. et al. *Roussioella solani* causing keratomycosis, with an observed both sexual and asexual morphs. *Journal of Infection and Chemotherapy*. [Internet]. 2017. [citado 14 septiembre 2018]. 23(9): 651-654. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1341321X17300521>
38. Molina, R., & Trappe, J. Biology of the ectomycorrhizal genus, *Rhizopogon*. *New Phytol.* [Internet]. 1994. [citado 7 septiembre 2018]. 126: 653-675. Disponible en: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-8137.1994.tb02961.x>
39. Moreira, G., & Vale, H. Occurrence of Yeast Species in Soils under Native and Modified Vegetation in an Iron Mining Area. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, [Internet]. 2018. [citado 11 septiembre 2018]. 42. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326584518\\_Occurrence\\_of\\_Yeast\\_Species\\_in\\_Soils\\_under\\_Native\\_and\\_Modified\\_Vegetation\\_in\\_an\\_Iron\\_Mining\\_Area](https://www.researchgate.net/publication/326584518_Occurrence_of_Yeast_Species_in_Soils_under_Native_and_Modified_Vegetation_in_an_Iron_Mining_Area)
40. Moubasher, A., Abdel, M., & Soliman, Z. 2018. *Neurospora tetraspora* D. Garcia, Stchigel & Guarro (= *Gelasinospora tetrasperma* Dowding) as a first record to Egypt. *European Journal of Biological Research*. 8(1): 14-20.
41. Muñoz, C., Cano, L., & González, A. 2010. Detección e Identificación de *Histoplasma capsulatum* por el laboratorio: De los métodos convencionales a las pruebas moleculares. *Infectio*. 14(2): 145-158.
42. Myco-Ual. 2013. Filo Ascomycota. (U. d. Almería, Ed.) [Internet]. [citado 9 septiembre 2018]. Disponible en: <https://w3.ual.es/GruposInv/myco-ual/ascos.htm>
43. MykoWeb. 2014. California Fungi-*Amanita vernicoccora*. [Internet]. [citado 11 septiembre 2018]. Disponible en: [http://www.mykoweb.com/CAF/species/Amanita\\_vernicoccora.html](http://www.mykoweb.com/CAF/species/Amanita_vernicoccora.html)
44. Navarro, P., Egea, J., & Llimona, X. 2000. *Caloplaca cancarixiticola*, A New Species from South-East Spain Growing on Ultrapotassic Rocks. *The Lichenologist*. 32(2): 129-138.
45. Ondov, B., Bergman, N., & Phillippy, A. 2011. Interactive metagenomic visualization in a Web browser. *BMC bioinformatics*, 12(1): 385 PP.
46. Pintos, C., Redondo, V., Aguín, O., Ferreira, V., & Mansilla, J. First Report of *Pleurostoma richardsiae* Causing Grapevine Trunk Disease in Spain. *Plant disease*. [Internet]. 2016 [citado 9 septiembre 2018]. 100(10): 2168 P. Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-04-16-0444-PDN>
47. Pruitt, K., Tatusova, T., & Maglott, D. 2007. NCBI reference sequences (RefSeq): a curated non-redundant sequence database of genomes, transcripts and proteins. *Nucleic Acids Research*, 35 (1): 61-65.
48. Põldmaa, K. Tropical species of *Cladobotryum* and *Hypomyces* producing red pigments. *Stud Mycol.* [Internet]. 2011 [citado 12 septiembre 2018]. 68: 1-34. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3065983/>
49. Poro, S., & Sorenson, W. *Reniforma strues*, a New Yeast from WasteWater. *Mycologia*. [Internet]. 1990 [citado 9 septiembre 2018]. 82(5): 549. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/271783256\\_Reniforma\\_strues\\_a\\_New\\_Yeast\\_from\\_WasteWater](https://www.researchgate.net/publication/271783256_Reniforma_strues_a_New_Yeast_from_WasteWater)
50. Raimondo, M., & Carlucci, A. Characterization and pathogenicity assessment of *Plectosphaerella* species associated with stunting disease on tomato and pepper crops in Italy. *Plant Pathol.* [Internet]. 2018 [citado 13 septiembre 2018]. 67: 626-641. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ppa.12766>

51. Riess, K., Oberwinkler, F., Bauer, R., & Garnica, S. Communities of Endophytic Sebaciniales Associated with Roots of Herbaceous Plants in Agricultural and Grassland Ecosystems Are Dominated by *Serendipita herbamans* sp. nov. *PLoS One*. [Internet]. 2014 [citado 10 septiembre 2018]. 9(4). Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0094676>
52. Rognes, T., Flouri, T., Nichols, B., Quince, C., & Mahé, F. 2016. VSEARCH: a versatile open source tool for metagenomics. *PeerJ* 4:e2584
53. Sasan, R. K., & Bidochka, J. M. 2012. The insect-pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* (Clavicipitaceae) is also an endophyte that stimulates plant root development. *American Journal of Botany*, 99(1): 101-107.
54. Schmit, J., & Mueller, G. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodivers Conserv.* 16: 99–111
55. Shi, Y., Richter, C., Challinor, V., Grün, P., Del Río, A., Kaiser, M., et al. Georatusin, a Specific Antiparasitic Polyketide-Peptide Hybrid from the Fungus *Geomyces auratus*. *Org. Lett.* [Internet]. 2018 [citado 8 septiembre 2018]. 20(6): 1563-1567. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29474084>
56. Tangarife, V. (2011). *Fonsecaea pedrosoi*. [Internet]. [citado 11 septiembre 2018]. Disponible en: <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100839>
57. Tello, S. *Tricharina praecox* var. *praecox*. *Kew Bull.* [Internet]. 1971 [citado 14 septiembre 2018]. 25(2): 338 P. Disponible en: <http://www.micobotanicajaen.com/Revista/Articulos/STelloM/Aportaciones019/Tricharina%20praecox%20var%20praecox%20FICHA%20%20TERMINADA.pdf>
58. Trakunyingcharoen, T., Lombard, L., Groenewald, J., Cheewangkoon, R., To-Anun, C., Alfenas A. et al. Mycoparasitic species of *Sphaerellopsis*, and allied lichenicolous and other genera. *IMA Fungus*. [Internet]. 2014. [citado 11 septiembre 2018]. 5(2): 391-414. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25734030>
59. Turner, M. *Mortierella globulifera* Rostrup. *Transacciones de la Sociedad Micológica Británica*. [Internet]. 1956. [citado 15 septiembre 2018]. 39: 291-296. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007153656800132>
60. Varela, L., Mora, A., Chávez, C., Martínez, A., García, B., Chimal, E. et al. *Acaulospora alpina* y *Ambispora fennica*, dos registros nuevos de hongos micorrizógenos arbusculares para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. [Internet]. 2017. [citado 11 septiembre 2018]. 88(3): 496-501. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345317301112>
61. Velegraki, A., Cafarchia, C., Gaitanis, G., Iatta, R., & Boekhout, T. *Malassezia* Infections in Humans and Animals: Pathophysiology, Detection, and Treatment. *PLoS Pathog.* [Internet]. 2015. [citado 10 septiembre 2018]. 11(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4287564/>
62. Wagner, L., Stielow, B., Hoffmann, K., Petkovits, T., Papp, T., Vágvölgyi, C. et al. A comprehensive molecular phylogeny of the Mortierellales (Mortierellomycotina) based on nuclear ribosomal DNA. *Perseonia*. [Internet]. 2013. [citado 15 septiembre 2018]. 30: 77–93. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3734968/>
63. Wu, Q., Zou, Y., & Huang, Y. The arbuscular mycorrhizal fungus *Diversispora spurca* ameliorates effects of waterlogging on growth, root system architecture and antioxidant enzyme activities of citrus seedlings. *Fungal Ecology*. [Internet]. 2013. [citado 12 septiembre 2018]. 6(1): 37-43. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1754504812001195>
64. Yadav, D., Woo, S., Adhikari, M., Hyun, Y., Seung, H., Kim, C. et al. Three New Records of *Mortierella* Species Isolated from Crop Field Soil in Korea. *Mycobiology*. [Internet]. 2015. [citado 8 septiembre 2018]. (43): 203-209. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4630425/>

# ***Desarrollo rural sostenible en el Ecuador continental: aprendizajes a partir de las interacciones entre diversidad biológica, cultural e institucional***

*(Sustainable rural development in continental  
Ecuador: lessons learned from the interactions between  
biological, cultural and institutional diversity)*

M. Añazco\*

Programa Doctorado en Desarrollo Humano y Sustentable, Universidad Bolivariana de Chile  
Carrera Ingeniería Forestal, Universidad Técnica del Norte. Código postal: 100105

\*Correspondencia. E-mail: marioanazco@gmail.com

## **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue el de identificar aprendizajes que aporten a la sostenibilidad de los medios de vida de las comunidades rurales campesinas e indígenas del Ecuador continental, obtenidos de las experiencias que se generan a partir de la ejecución de planes, programas y proyectos de desarrollo y/o conservación en los cuales interactúan las diversidades biológica con la cultural e institucional. Metodológicamente se considera una investigación descriptiva que buscó explicar detalladamente los factores que aportan de mejor manera a la sustentabilidad de los modos de vida comunitarios, se caracteriza por ser una investigación que utiliza al mismo tiempo los métodos deductivo e inductivo, por cuanto sistematiza las experiencias partiendo del nivel marco en algunos casos y micro en otros. Se sistematizaron 10 experiencias de las cuales cinco poseen como principales cultivos especies nativas, dos experiencias con base a especies introducidas y tres manejan tanto especies nativas como exóticas. Los aportes significativos en términos de aprendizajes a los medios de vida sostenible resultaron ser la experiencia de manejo forestal sostenible en la amazonia, le siguen el proyecto Desarrollo Forestal Campesino y la experiencia con guayusa *Ilex guayusa* entre los principales. Después de aplicar las medidas de

tendencia central moda y mediana, los mejores ámbitos de aprendizaje resultaron ser los siguientes: participación social, organización socio productiva, generación de empleo, agregación de valor, planificación y conservación de recursos naturales. La conclusión fue que la sistematización de experiencias permite construir conocimiento por medio de los aprendizajes, se generan conocimientos explícitos y tácitos, ambos aportan a la sustentabilidad de los medios de vida comunitarios.

**Palabras clave:** *aprendizaje, sistematización, rural, medios de vida.*

## **ABSTRACT**

The objective of the investigation was to identify learning techniques that contribute to the sustainability of the means of living in rural-farming and indigenous communities in continental Ecuador, obtained from the experiences generated through executing development and/or conservation plans, programs, and projects which cause biological diversities to interact with cultural and institutional ones. Methodologically, it is considered a descriptive investigation which looked to explain in detail the factors that support the best way for sustainability for the ways of life in communities. It is characterized by being an investigation that uses deductive and inductive

methods at the same time, which systemizes the experiences going from the framework level in some cases, and the micro level in others. 10 experiences were systemized, of which five possess mainly native species of plants, two experiences based on introduced species, and three that manage both native and exotic species. The significant contributions in terms of learning techniques for means of sustainable life resulted in being the sustainable forestry management experience in the Amazon. They follow the Forestry Farming Project and the experience with guayusa *Ilex guayusa* among the main ones. After applying the measures of central mode and

medium trends, the best environments of learning techniques were the following: social participation, partner-productive organization, employment generation, adding value, and planning and conserving natural resources. The conclusion was that the systemization of experiences allows us to construct knowledge about the means of learning techniques, explicit and implicit knowledge is generated, and both contribute to the sustainability of means for living in the communities.

**Key words:** *learning, systemization, rural, means of living.*

## 1. Introducción

La gran mayoría de las sociedades del mundo se originan en un escenario rural, la cultura que hoy ofrendan varios países tiene su génesis en lo rural, solo hasta hace medio siglo la mayoría de la población del mundo habitaba los espacios rurales, en el caso de Ecuador las cifras de los siete censos realizados entre 1 950 y 2 010 dan cuenta de un decremento de la población rural, mientras en 1 950 habitaba el 71% de la población en el área rural, en el año 2 010 solo el 37% (1).

La nueva ruralidad como propuesta para cristalizar los preceptos del desarrollo rural sustentable, requiere aprender de las experiencias, no solo para no repetir errores, sino para proyectar innovadoras estrategias de trabajo; en este marco se diseñó la presente investigación que busca aportar con conocimientos obtenidos a partir de aprendizajes extraídos de experiencias gestadas en el propio escenario rural ecuatoriano (2).

Varios planes de desarrollo comunal, programas de conservación de recursos naturales, proyectos de encadenamientos productivos, se han gestado en el Ecuador continental durante décadas. Estas iniciativas han generado aprendizajes producto de sus logros y fracasos que desde una óptica moderna del desarrollo rural sostenible, se requiere sistematizarlos para incorporar nuevos conocimientos, mismos que aportaran al diseño e instrumentación de un marco de políticas públicas tendientes a mejorar los medios de vida de quienes aún habitan los espacios rurales del país o para los que tienen diferentes intereses en este espacio geográfico (2)

La mayoría de las acciones desarrolladas en el área rural del país han tenido un denominador común poco visibilizado, se trata de las interacciones producidas entre la diversidad cultural con la diversidad biológica y la diversidad institucional; un ejemplo constituye el tejido tradicional del sombrero “panamá” elaborado con la fibra de la paja toquilla *Carludovica palmata*, el cual fue incluido por la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) el año 2 012 en la lista representativa del patrimonio cultural inmaterial de la humanidad (3).

En cuanto a los aprendizajes, el abordaje de este tema parte de la premisa de aprender a partir de la experiencia, al respecto, Gómez (4) señala:

La Teoría de Aprendizaje Experiencial [...] se centra en la importancia del papel que juega la experiencia en el proceso de aprendizaje. Desde esta perspectiva, el aprendizaje es el proceso por medio del cual construimos conocimiento mediante un proceso de reflexión y de “dar sentido” a las experiencias. (p.2)

Existen varias maneras de aprender, de ahí que los métodos de aprendizaje han sido preocupación permanente de quienes están inmersos en el desarrollo rural agropecuario y forestal de países como Ecuador. Una de estas constituye los ciclos del aprendizaje, los mismos son considerados un componente fundamental del manejo del conocimiento, pues representan los procesos en los cuales las personas adquieren conocimientos e incrementan sus capacidades para producirlos.

La propuesta sobre los estilos de aprendizaje que ha tenido bastante aceptación es la de David Kolb, quien propone un modelo de cuatro dimensiones para explicar los estilos de aprendizajes: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa (5), como se ilustra en la Fig. (1).

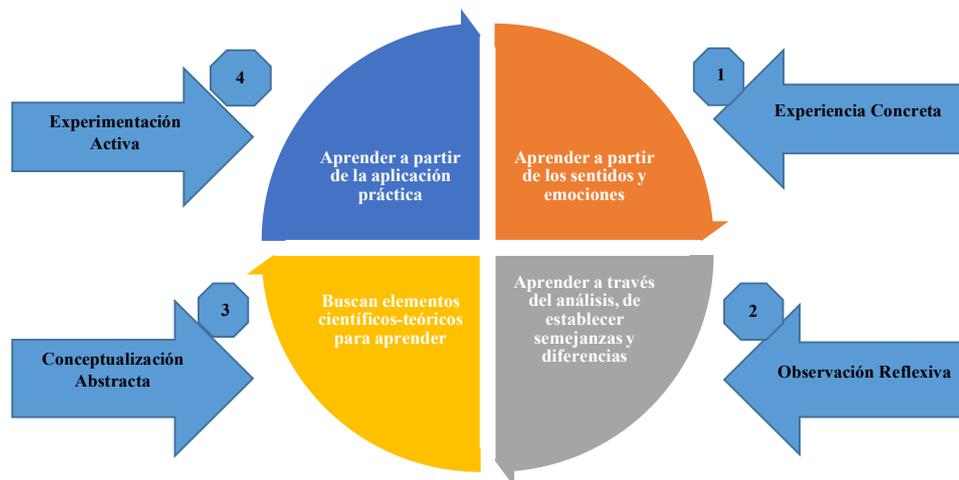


Fig. 1. Esquema metodológico de aprendizaje: ciclo de Kolb (5).

En los actores comunitarios y otros cuyos medios de vida están asociados a los espacios rurales silvícolas, agropecuarios o acuícolas, resaltan los conocimientos ancestrales como una de sus principales fortalezas para la sostenibilidad. La agricultura familiar campesina se caracteriza por la riqueza en el conocimiento, este tipo de agricultura fundada sobre la observación, conduce a la adquisición de un conjunto de conocimientos empíricos, ligados siempre a lo concreto (6). A más del conocimiento ancestral existe un tipo de conocimiento que se produce en el marco de la implementación de planes, programas o proyectos de desarrollo o conservación; este tipo de conocimiento organizacional e institucional, pocas veces se lo sistematiza en Ecuador.

El objetivo de la investigación fue el de identificar aprendizajes que aporten a la sostenibilidad de los medios de vida de las comunidades rurales campesina e indígena del Ecuador continental, obtenidos de las experiencias que se generan a partir de la ejecución de planes, programas y proyectos de desarrollo y/o conservación en los cuales interactúan las diversidades biológica con la cultural e institucional.

## 2. Materiales y Métodos

Tomando como punto de partida que los aprendizajes surgen a partir de las intervenciones en desarrollo rural comunitario de proyectos e instituciones y su análisis se realiza sin incorporar diseños experimentales, el presente estudio califica dentro de la investigación no experimental.

Otras características son las siguientes: 1) se trata de una investigación aplicada, que pretende aportar con nuevos conocimientos a una nueva manera de visualizar y trabajar en el desarrollo rural, 2) se considera una investigación descriptiva que busca explicar detalladamente los factores que aporten de mejor manera a la sustentabilidad de los modos de vida comunitarios, 3) se caracteriza por ser una investigación que utiliza al mismo tiempo los métodos deductivo e inductivo, por cuanto sistematiza la experiencias partiendo del nivel marco en algunos casos y micro en otros.

### 2.1. Universo (población) de las experiencias

El universo estuvo constituido por todas aquellas experiencias desarrolladas en el área rural de las tres regiones naturales del Ecuador continental (Costa, Sierra y Amazonía), cuyos objetivos debieron estar orientados a mejorar los medios de vida comunitarios; tener presencia al menos cinco años en el área de trabajo y haber tomado en cuenta la participación comunal. Con esta definición de la población, se procedió a indagar tanto mediante fuentes secundarias como a expertos en el tema, llegando a establecerse un universo final de 22 experiencias, de las cuales seis se encuentran en la Costa, siete en la Sierra y nueve en la Amazonía (7-23).

### 2.2. Tamaño de la muestra y selección de experiencias

Para determinar estadísticamente el tamaño de la muestra, se aplicó la siguiente fórmula, utilizada en la estimación de proporciones (24, 25,26), (donde:  $n$  = tamaño de la muestra;  $N$  = universo;  $Z^2 = 1.96^2$  [con la seguridad del 95%];  $p$  = proporción esperada [5% = 0.05];  $q = 1 - P$  [1-0.05 = 0.95];  $d$  = precisión [en este caso 10%]).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{d^2 (N-1) + Z^2 p q} \quad (1)$$

Aplicando esta fórmula se obtuvo como resultado una muestra de 10 experiencias que fueron sistematizadas para obtener los aprendizajes. Para determinar las 10 experiencias que estarían integradas al estudio se identificaron 10 criterios que fueron utilizados en la valoración de cada una, lo que estuvo a cargo de un grupo de expertos. Los criterios se indican en la Tabla. (1).

*Tabla 1. Criterios para seleccionar las experiencias a sistematizar.*

- 
- 1.- Participación social: participación de la mujer, adultos mayores y tercera edad y niños
  - 2.- Organización social: comunas de base, organizaciones de segundo grado, empresas comunitarias
  - 3.- Diseño y aplicación de cuerpos legales: políticas locales, ordenanzas municipales, reglamentos
  - 4.- Microfinanzas rurales: cajas de ahorro y crédito, cooperativas y otros sistemas asociativos

- 5.- Rescate de conocimientos ancestrales: medicina natural, alimentos, infraestructura
  - 6.- Generación de empleo: número de empleados, tipo de permanencia, ingresos
  - 7.- Agregación de valor: actores, procesos de transformación y roles
  - 8.- Rentabilidad: rentabilidad financiera
  - 9.- Planificación: planes de vida, planes estratégicos, calendario agroforestal, planes de negocios
  - 10.- Conservación de RRNN: mecanismos y acciones para conservar bosques y otros ecosistemas
- 

Con el propósito de conocer cuáles experiencias serán sistematizadas por cada región natural, se procedió a usar la metodología conocida como “multicriterio” (27,28) con el aporte de expertos en el tema, se apoyaron las decisiones utilizando el método Scoring (donde:  $S_j$  = puntuación global de cada alternativa j;  $W_i$  = peso ponderado de cada factor i;  $F_{ij}$  = puntuación de cada alternativa j por cada uno de los factores i).

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i \cdot F_{ij} \quad (2)$$

Las experiencias que se sistematizaron para obtener los aprendizajes fueron las siguientes:

- Asociación de Productores Orgánicos de Vines – APOVINCES (Costa)
- Actividades Productivas Agroambientales en el Bosque Protector Chongón-Colonche (APABPCH) (Costa)
- Asociación de Industrializados de Ciruela (AIC) (Costa)
- Asociación Agro artesanal de Caficultores -AACRI- “Río Íntag” (Andina)
- Asociación de producción y comercialización de leche de cabra Mascarilla (APCLCM) (Andina)
- Agroindustria Rural “El Salinerito” (Andina)
- Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal en los Andes del Ecuador (DFC) (Andina)
- Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía del Ecuador (MFSAE) (Amazonía)
- Fundación Chankuap – Recursos para el Futuro (Amazonía)
- Empresa RUNA Guayusa (Amazonía)

### 2.3. *Indicadores para el análisis de los aprendizajes*

El análisis de los aprendizajes se realizó bajo el enfoque de la sostenibilidad, para ello se seleccionaron tres indicadores, uno por cada dimensión: económico (organización socio productiva, microfinanzas, generación de empleo, agregación de valor, rentabilidad, planificación), social (participación social, conocimientos ancestrales, cuerpos legales, políticas de gobierno), ambiental (conservación de recursos naturales).

### 2.4. *Fuentes de información para sistematizar aprendizajes*

Las principales fuentes de información fueron secundarias y primarias. Las secundarias utilizaron la información de cinco experiencias que contaban con documentos que contenían resultados de procesos de sistematización, estas fueron: APABPCH, El Salinerito, Proyecto DFC, MFSAE y RUNA Guayusa (11, 12, 18, 29,30). Las fuentes primarias corresponden a la

información que se obtuvo de las restantes cinco experiencias, para lo cual se visitó a cada una en sus respectivas áreas de influencia.

## 2.5. Técnicas de recolección de información

La recolección de información secundaria se realizó de manera personal visitando las oficinas de las organizaciones, para la información primaria se desarrolló una matriz con base a 11 ámbitos de aprendizaje, a su vez cada ámbito contenía entre dos y cuatro subámbitos, dependiendo del tema. Las entrevistas se hicieron a directivos y socios de las organizaciones objeto de estudio.

## 2.6. Organización y análisis de la información

La información fue organizada en una matriz donde se reflejó si las organizaciones poseían o no cada uno de los 11 ámbitos de aprendizaje. Con el propósito de definir los mejores aprendizajes se utilizaron las medidas de tendencia central moda ( $M_o$ ) y mediana ( $M_e$ ).

Para determinar la moda se identificó el ámbito de aprendizaje que más veces se repitió, es decir, aquel que tuvo la mayor frecuencia absoluta y se aplicó la fórmula siguiente (24,25,26), donde ( $L_{i=}$  extremo inferior del intervalo modal - intervalo que tiene mayor frecuencia absoluta - ;  $f_{i=}$  frecuencia absoluta del intervalo modal;  $f_{i-1=}$  frecuencia absoluta del intervalo anterior al modal;  $f_{i+1=}$  frecuencia absoluta del intervalo posterior al modal;  $t_i$  = amplitud de los intervalos).

$$M_o = L_i + \frac{f_i - f_{i-1}}{(f_i - f_{i-1}) + (f_i - f_{i+1})} \cdot t_i \quad (3)$$

La mediana se calculó utilizando la siguiente fórmula (24, 25,26) que permitió conocer la posición del dato central, donde ( $L_{i-1=}$  es el límite inferior de la clase donde se encuentra la mediana;  $N/2 =$  es la semisuma de las frecuencias absolutas;  $F_{i-1=}$  es la frecuencia acumulada anterior a la clase mediana;  $f_i$  es la frecuencia absoluta del intervalo mediano;  $t_i =$  es la amplitud de los intervalos)

$$M_e = L_i + \frac{N/2 - F_{i-1}}{f_i} \cdot t_i \quad (4)$$

Una vez identificados los principales aprendizajes, se procedió a caracterizar y extraer de ellos las lecciones aprendidas correspondientes.

## 2.7. Análisis estadísticos

Utilizando una matriz se efectuó la calificación dicotómica (0 y 1) y se agrupó en las tres dimensiones de la sustentabilidad (económica, social y ambiental) obteniendo el porcentaje de cada una de estas; con los valores se procedió a realizar el análisis en función de la estadística descriptiva calculando: moda, mediana, desviación estándar, error estándar, coeficiente de variación y varianza.

La desviación estándar (DE) se obtuvo utilizando la fórmula siguiente (24, 25,26), donde ( $\sum$  significa „suma de“,  $x$  es un valor de un conjunto de datos,  $\mu$  es la media del conjunto de datos y  $N$  es el número de datos).

$$DE = \sqrt{\frac{\sum |x - \mu|^2}{N}} \quad (5)$$

El error estándar (SEM) se calculó con la fórmula que se indica seguidamente (24, 25,26), donde (SD = desviación estándar y  $n$  = tamaño de la muestra).

$$SEM = SD/\sqrt{n} \quad (6)$$

El coeficiente de variación (CV) se logró utilizando la fórmula (24, 25,26), donde ( $S_x$  = desviación típica del conjunto de datos y  $|\bar{X}|$  valor absoluto de la media).

$$CV = \frac{S_x}{|\bar{X}|} \quad (7)$$

La varianza ( $S^2$ ) se elaboró con la fórmula siguiente (24, 25,26), donde ( $X_i$  = términos del conjunto de datos;  $\bar{X}$  = media de la muestra;  $\sum$  = sumatoria y  $n$  = tamaño de la muestra).

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (8)$$

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Caracterización estructural y funcional de las experiencias sistematizadas

Se sistematizaron 10 experiencias de desarrollo y conservación de los recursos naturales, las mismas se encuentran distribuidas en las tres regiones naturales que conforman el Ecuador continental: tres en la región Costa, cuatro en la Sierra y tres en la Amazonía. Todas las experiencias se ejecutaron en el ámbito rural del país con vínculos a los espacios urbanos y en algunos casos mantienen conexiones internacionales.

En cuanto a los ecosistemas, las experiencias se localizan en el Bosque Húmedo Tropical de las regiones Amazonía y Costa, Bosque Seco Tropical de la Costa y el Bosque Montano en la región Andina.

Cinco experiencias poseen entre sus principales cultivos especies nativas tales como: guayusa *I. guayusa*, cacao *Theobroma cacao*, ciruela *Spondias mombin*, madera de seique *Cedrelinga catenaeformis* y varios Productos Forestales No Madereros: achiote *Bixa Orellana*, canela *Ocotea quixos*, palma unguirahua *Oenocarpus bataua*, entre otras. Dos experiencias se desarrollan con base a especies introducidas como es el café *Coffea arabica* y la leche de cabra *Capra aegagrus hircus*.

Tres experiencias manejan tanto especies nativas como introducidas. El Salinerito tiene una empresa dedicada a la comercialización de hongos *Boletus luteus* que se producen en una relación simbiótica con plantaciones de Pino *Pinus radiata* y también maneja especies nativas como la oca *Oxalis tuberosa* y el cacao *T. cacao*. El proyecto DFC promocionó sistemas agroforestales donde se incluían especies nativas tipo *Alnus acuminata* y otras exóticas como Eucalipto *Eucalyptus globulus*. El proyecto APABPCH fomentó tanto el cacao *T.cacao* como especie nativa y la miel producida por la abeja *Apis mellifera* que es introducida.

La diversidad étnica y cultural de los actores comunitarios y asociados que participan en el desarrollo de las experiencias, está representada por las nacionalidades indígenas Shuar, Achuar, Kichwa de la Amazonía; Nacionalidad Kichwa de la Sierra; el pueblo Afro descendiente en el Valle interandino y población mestiza de las regiones Andina y Costa.

En cuanto a los actores institucionales existe una gama de estos que actúan en el ámbito local, nacional e internacional tanto de manera directa como indirecta. Los actores locales están representados por los individuos y familias que participan a través de las comunidades, grupos asociativos, fundaciones y organizaciones de productores. A nivel nacional se registra la participación del Ministerio del Ambiente; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración; Fundación Natura; Servicio Forestal Amazónico; Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio. A nivel internacional se visualiza la participación de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Bundesministerium für Zusammenarbeit und wirtschaftliche Entwicklung (BMZ); United States Agency for International Development (USAID), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Runa Foundation, Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA); entre otros.

### 3.1.1. Asociación de Productores Orgánicos de Vinces (APOVINCES)

La experiencia se desarrolla en la jurisdicción del Municipio de Vinces, Provincia de Los Ríos en la Región Costa del Ecuador, es una zona con historia cacaotera puesto que en estas áreas se inició el boom del cacao *T. cacao* en el siglo XIX. APOVINCES está conformada por 300 socios. En esta asociación su reglamentación interna establece parámetros de representatividad mínima de la mujer en sus órganos directivos. Generan empleo de 15 personas que trabajan en el centro de acopio y como promotores locales, de manera directa. Además, propician el empleo en el campo de las 300 familias socias.

Se agrega valor a través de un proceso post cosecha bien controlado, en especial en las fases de fermentación, secado y bodegaje. También se ha generado valor agregado con las certificaciones orgánicas, comercio justo, Rainforest Alliance y BioSuisse. Además, tercerizan con empresas nacionales la elaboración de pasta de cacao, nibs, polvo y manteca de cacao, chocolates y bombones con su marca “Chapulo”; productos para los que tienen los respectivos registros sanitarios.

### 3.1.2. Asociación de Industrializados de Ciruela (AIC)

La experiencia se desarrolla en la Comuna Juntas del Pacífico, ubicada en la Parroquia Julio Moreno, Provincia de Santa Elena. En este sitio existen 4 500 hectáreas dedicadas al

cultivo de ciruela *S. mombin*. La Asociación de Industrializados de Ciruela está conformada por 73 familias socias, productoras de ciruela. La Asociación se formó para fomentar la producción, transformación y comercialización de ciruela de las familias del sitio. Como empresa asociativa elaboran derivados de la ciruela *S. mombin* y de otras frutas de la zona: mermelada tradicional y mermelada “light”, yogurt, pasteles y vino. Pero la venta de ciruela como fruta es su mayor fuente de ingresos.

Se genera empleo en el campo e ingresos para las 73 familias socias, así como se atrae a compradores de ciruela, con el consiguiente emprendimiento en su cultivo de otras familias que no se han adherido a la Asociación.

### 3.1.3. *Actividades Productivas Agroambientales en el Bosque Protector Chongón-Colonche (APABPCH)*

La experiencia se desarrolló en la Cordillera Chongón-Colonche localizada en la Región Costa del país, dentro de la cual se encuentran el Bosque Protector Chongón-Colonche, al occidente y norte de Guayaquil ubicado en las coordenadas 80° 18'00" West, 2° 7'00" South, en un área de 79 000 ha y comprende las provincias de Guayas, Manabí y Santa Elena. El enfoque fue el fomento de sistemas de producción agrícolas que permitan el uso sostenible de los recursos naturales, en la zona de influencia del Proyecto conservación y reforestación en la Cordillera Chongón-Colonche que se ejecutó durante 12 años con la participación de las comunas y recintos que se localizan alrededor del bosque. Las actividades productivas fueron cacao *T. cacao*, café *C. arabica*, miel de abeja *A. mellifera* y micro riego.

### 3.1.4. *Asociación Agro artesanal de Caficultores „Río Íntag“ (AACRI)*

La experiencia se desarrolla en la Provincia de Imbabura en las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes entre 1 500 y 2 000 msnm donde se cultiva café *C. arabica* bajo principios de agricultura orgánica y natural bajo sistemas agroforestales.

La asociación tiene a su haber una Empresa asociativa, la cual procesa el café de los socios y productores de la zona siguiendo la secuencia de post cosecha, tostado, molienda, empaclado y uso de marcas propias. Se consideran como Asociación y empresa resiliente. Participan 400 familias productoras agrícolas de la zona de Íntag, como alternativa para generación de ingresos combinada con cuidado del entorno, nacida a partir de DECOIN (Defensa y Conservación Ecológica de Íntag) en 1 998.

### 3.1.5. *Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal en los Andes del Ecuador (DFC)*

El Proyecto DFC fue una propuesta de raíz campesina e indígena, se ejecutó durante 10 años en toda la Región Andina del país en altitudes que van desde los 1 000 hasta los 4 200 msnm, con la participación de 467 comunidades, 47 instituciones y organizaciones.

El marco teórico de la Extensión Forestal Participativa, entendida esta como: “el proceso a través del cual se potencian las capacidades internas de las comunidades para planificar, ejecutar y evaluar actividades forestales y otras conexas, hasta llegar a la autogestión forestal”, se desarrolló bajo un proceso de intercambio y aprendizaje mutuo entre la comunidad y los diferentes actores involucrados, para lo cual se dispuso de

ordenadores metodológicos y tecnológicos que constituyeron la “esencia” misma de la propuesta.

### 3.1.6. Asociación de producción y comercialización de leche de cabra *C. aegagrus* de Mascarilla (APCLCM)

La experiencia se localiza en el valle interandino del Chota en la Sierra Norte del país, caracterizado por ser árido a una altitud de 1 500 msnm donde predomina la población Afro descendiente. El eje central es la comercialización de la leche de cabra *C. aegagrus*; por las condiciones de aridez, la alimentación de las cabras se basa en alfalfa, maralfalfa y cáscaras de fríjoles producidas en el lugar bajo sistemas agroforestales.

El principio de asociatividad gobierna las actividades de la organización compuesta por 13 familias socias de la comunidad de Mascarilla, nueve mujeres y cuatro hombres son los socios directos. Generan empleo de los 13 socios de manera indirecta dado que realizan el acopio y comercialización asociativa de la leche de sus cabras, para poder entregar un volumen que resulta interesante a la empresa Mondel, procesadora de *leche* de cabra.

### 3.1.7. Agroindustria Rural “El Salinerito”

La experiencia se desarrolla en la parroquia Salinas perteneciente al Cantón Guaranda, provincia de Bolívar, en el centro de la Región Andina del país, en un territorio conformado por 28 comunidades en una superficie de 440 km<sup>2</sup>, en diferentes altitudes que van desde 800 msnm hasta los 4 150 msnm. La fundamentación teórica de esta experiencia se basa en el enfoque de economía solidaria y se sustenta en un grupo variado de agroindustrias cuyos productos se comercializan con la marca El Salinerito, entre sus principales productos están quesos, chocolates, embutidos, hongos, frutas deshidratadas, aceites esenciales, textiles con base a lana de alpaca *Vicugna pacos* y oveja *Ovis orientalis aries*.

### 3.1.8. Fundación Chankuap – Recursos para el Futuro

La experiencia se ubica en la provincia amazónica de Morona Santiago a 1 050 msnm, el enfoque es un manejo sostenible del bosque húmedo tropical bajo la premisa de agregar valor a los productos forestales no madereros, en el marco de conservar la diversidad natural y cultural y, al mismo tiempo, emprender en actividades generadoras de ingresos.

La figura jurídica corresponde a una Fundación que tiene su empresa que se enlaza con más de 1 000 familias de las nacionalidades indígenas Shuar y Achuar, de las cuales 600 familias producen con sello orgánico. Tienen 17 personas con empleo directo y generan trabajo e ingresos por su producción en el campo para más de un millar de familias.

Extraen y comercializan aceites esenciales, cosméticos, fitofármacos, hierbas aromáticas y artesanías producidas por personas de las comunidades enlazadas. Para sus procesos de transformación y de comercialización solamente han incluido y rescatado especies y sus variedades locales con respeto de las tradiciones culturales de los pueblos Shuar y Achuar. Una de las metas fundacionales es: recursos para el futuro: „hacer que la gente de la selva viva de la selva sin destruir la selva.“

### 3.1.9. Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía del Ecuador (MFSAE)

La experiencia se desarrolla en el marco del concepto de Manejo Forestal Comunitario en el Centro-Sur de la Amazonía Ecuatoriana coordenadas oeste: latitud 3° 01'38" S, Longitud 78°12'07" W., se fundamenta en los conocimientos ancestrales construidos por la relación histórica gente-bosque de la nacionalidad Shuar, articulada al mercado de madera legal, manejada por la Asociación Artesanal Agroforestal Kanus (ASOKANUS) integrada en su totalidad por miembros de la nacionalidad indígena amazónica Shuar. El área de intervención es de 220 000 hectáreas de bosque húmedo tropical, de las cuales 59 134 ha se dedican al manejo forestal sostenible con fines maderables.

### 3.1.10. Empresa RUNA Guayusa

La guayusa *I. guayusa* es un árbol de más de 30 m de altura que se encuentra en la selva ecuatoriana, se utiliza ancestralmente como bebida energizante y para la salud por parte de los pueblos y nacionalidades indígenas, entre ellos la nacionalidad kichwa. La guayusa se cultiva en parcelas agroforestales biodiversas o chakras.

La alianza entre una empresa que opera con capitales norteamericanos y ecuatorianos, elabora un producto conocido comercialmente como "RUNA", esta es una bebida energizante natural que contiene la misma cantidad de cafeína que una taza de café y el doble de antioxidantes que el té verde, características únicas que la han convertido en un fenómeno energético en los Estados Unidos. Para elaborar la bebida, RUNA compra regularmente hojas frescas de los agricultores Kichwas, estas hojas pasan por el proceso de secado y molino en la planta de procesamiento en la ciudad de Archidona, en la provincia de Napo, Ecuador. Las hojas se secan al aire (no utilizan leña en el proceso de secado) (30,31).

### 3.2. Aprendizajes organizacional en función de las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y ambiental

Con base a los indicadores económicos, sociales y ambientales propuestos, los aportes más significativos en términos de aprendizajes organizacionales se describen seguidamente. La organización que cumplió en un cien por ciento los indicadores de sostenibilidad fue la Organización Agro-forestal Kanus (ASOKANUS) integrada por personas de la Nacionalidad indígena Shuar, en la Amazonía sur del Ecuador. Esta organización comercializa madera de origen legal; tiene un plan de vida y manejo del bosque que contempla el respeto a su cultura y al ambiente; reinvierte sus ganancias en mejoras para sus socios por medio de la capacitación, asistencia técnica, crédito y buenos precios para la madera. Las otras experiencias fueron el proyecto DFC y la experiencia de RUNA Guayusa entre los principales, tal como se muestra en la Fig. (2).

El indicador económico deja como aprendizaje la trascendencia que tienen la generación de empleo rural, el agregar valor a los productos y servicios, la rentabilidad, planificación y asociatividad, como elementos "claves" para lograr la sustentabilidad de los sistemas productivos, lo cual se vislumbra que no se puede negar el mercado como medio para la sostenibilidad de los medios de vida comunitarios.

Por otro lado, los aspectos sociales que mayores aprendizajes generan, son la participación social y los conocimientos ancestrales, los cuales no se podrían soslayar en cualquier actividad

que busque la sostenibilidad de los medios de vida comunitarios. En menor grado fueron considerados los cuerpos legales y las políticas públicas. De esto último se colige que el Estado tiene un rol importante en la sostenibilidad.

Agrupando los aprendizajes que dejan los indicadores económicos y sociales, de manera particular al sostener que el Estado y el mercado son importantes para la sostenibilidad de los medios de vida sostenibles; esto contrasta con lo manifestado por autores como Olin citado por SENPLADES (32) donde se afirma “se necesita el fortalecimiento de la sociedad -y no del mercado (como en el neoliberalismo) ni del Estado (como en el denominado socialismo real)- como eje orientador del desenvolvimiento social” (p.19).

En lo relacionado a los aprendizajes obtenidos a partir de indicadores ambientales, el uso de tecnologías con enfoque agroecológico resultó ser muy relevante. La agroecología por un lado es considerada por Altieri (33) como el paradigma no solo metodológico, sino también del desarrollo agrícola sostenible; por otro es una estrategia para mantener la biodiversidad y agrobiodiversidad, que son fundamentales para la sustentabilidad de los sistemas productivos. Esto concuerda con lo señalado por Altieri y Nicholls (34), quienes manifiestan que “la agroecología provee las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura, además del rol que ella puede jugar en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, a manera de alcanzar una producción sustentable” (p.21).

### 3.3. Lecciones aprendidas con base en los indicadores económico, social y ambiental de mayor relevancia

Después de aplicar las medidas de tendencia central moda y mediana, los indicadores de mayor relevancia para generar aprendizajes resultaron ser los siguientes: organización socio productiva, generación de empleo, agregación de valor, participación social, planificación y conservación de recursos naturales, tal como se indica en la Fig. (2).

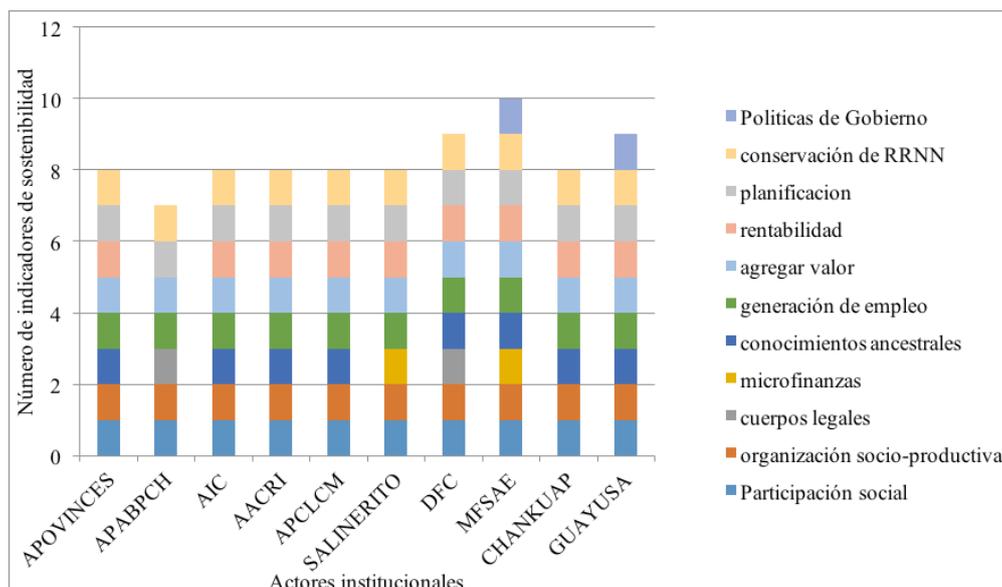


Fig. 2. Aprendizajes en función de indicadores de sostenibilidad.

### 3.3.1. Organización socio productiva

El cincuenta por ciento de las experiencias dejan aprendizajes sobre la asociatividad en la cual se involucran directamente los productores en los restantes eslabones de las cadenas de valor, es el caso del cacao *T. cacao*, café *C. arabica*, ciruela *S. mombin*, leche de cabras *C. aegagrus* y madera. El 20% de las iniciativas presentan interacciones comerciales en la cuales la empresa genera vínculos con los productores, como ocurre con la guayusa *I. guayusa* donde la empresa compra las hojas a los indígenas Kichwas de la Amazonía, igual ocurre con Chankuap que adquiere la materia prima de las comunidades Shuar y Achuar. Un caso especial es el Salinerito que mantiene una estructura de varios pisos, por un lado, existen microempresas conformadas por miembros de las comunidades de base (por ejemplo las queseras) que luego entregan sus productos y/o materia prima a otras industrias y/o procesos de comercialización donde intervienen también como socios.

El caso de los Proyectos DFC y Conservación y Reforestación en la Cordillera Chongón-Colonche, promovieron la asociatividad con su apoyo frontal en asistencia técnica y recursos financieros, en este último caso lo más representativo fue la producción y comercialización de miel de abeja donde intervinieron 79 apicultores. El proyecto DFC apoyó 15 iniciativas productivas que incluían empresas de plantas medicinales, comercialización de hongos de pino *B. luteus*, entre otras.

*Lección aprendida:* la asociatividad es una acción estratégica fundamental para quienes desean mejorar sus medios de vida y manejar sosteniblemente los recursos naturales, el aporte significativo depende de sus procesos y formas asociativas, así como del contexto de cada comunidad o lugar.

### 3.3.2. Generación de empleo

El cien por ciento de las experiencias sistematizadas generan empleos directos e indirectos, el número de empleos varía en cada iniciativa y esto depende de varios factores, entre estos están: el tipo de actividad, la accesibilidad a mercados nacionales e internacionales, la experiencia y el tipo de apoyo recibido como se muestra en la Fig. (3).

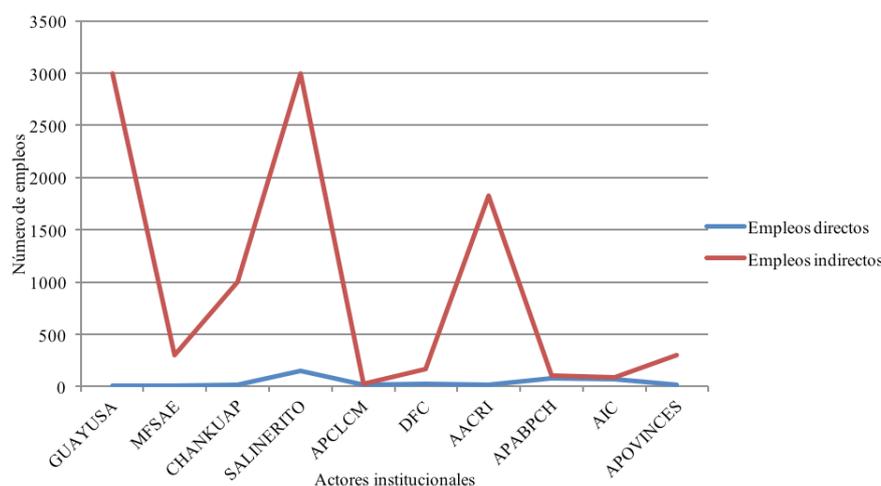


Fig. 3. Generación de empleo en las experiencias sistematizadas.

Los empleos indirectos son mayores en todos los casos, aunque el número señalado podría tener un margen de error puesto que las dinámicas locales disponen de escasa información al respecto.

*Lección aprendida:* la generación de empleo especialmente en el área rural, es un factor indispensable para la sostenibilidad de los medios de vida puesto que en estas zonas las oportunidades de empleo son limitadas; el desafío está en incrementar el número de empleos directos.

### 3.3.3. Valor agregado

Todas las iniciativas sistematizadas orientan sus esfuerzos a generar valor en diferentes bienes y servicios, la diferencia está en algunas de estas como es el caso de El Salinerito ha logrado implementar procesos industriales con tecnologías de avanzada, otras han obtenido certificaciones orgánicas y algunas mejoraron la calidad de sus productos o materia prima. El 30% está vinculado al mercado internacional directamente como son RUNA Guayusa, el Salinerito y la empresa de plantas medicinales “horchata” apoyadas por el DFC; en el caso de RUNA Guayusa obtuvo la certificación de Comercio Justo de la Feria del Comercio EE.UU. en febrero de 2012.

Un cuarenta por ciento están articuladas a mercados internacionales indirectamente siendo esto el cacao, café, madera y los productos que la empresa Chankuap genera. Un 30% está focalizado en el mercado local y nacional como es la ciruela, leche de cabra y miel de abeja.

*La lección aprendida:* las iniciativas de desarrollo que incluyen agregar valor a uno o más de los productos y/o procesos aportan a la sostenibilidad de los medios de vida, en especial a las familias y personas que viven en el área rural ecuatoriana. En estas zonas se carece de este tipo de iniciativas lo que obliga a comercializar los productos como materia prima a precios que en ocasiones no compensa el costo de producción.

### 3.3.4. Participación social

Si bien la participación de las comunidades, familias e individuos se produce en todas las experiencias sistematizadas de diferente manera, resaltan los procesos del Proyecto DFC, El Salinerito y el Proyecto Conservación y reforestación de la Cordillera Chongón-Colonche. En el caso del DFC, este fomentó la participación comunitaria en todo el ciclo de un proyecto que abarca desde el diagnóstico, la planificación, ejecución, seguimiento y evaluación y sistematización de experiencias y procesos; todo lo cual va acompañado del fortalecimiento y/o creación de capacidades locales que fueron las que lideran los procesos de desarrollo en sus respectivas comunidades.

El Salinerito es una experiencia que, analizada desde dos ángulos, presenta connotaciones importantes: por un lado, desde la arista de la cadena de valor, las comunidades participan en la mayoría de eslabones, siendo la producción el que más se evidencia por ser proveedores de sus materias primas para las industrias, algunos forman parte de los procesos industriales y de comercialización. De otro lado se combina un marco institucional y organizacional (por ejemplo, la Fundación FUNORSAL) con las 30 empresas comunitarias; actualmente todas

estas entidades están agrupadas y regidas bajo la figura jurídica del Grupo Salinas; hay una redistribución de los ingresos a favor de la educación y salud.

El Proyecto Conservación y Reforestación de la Cordillera Chongón-Colonche, por su propia naturaleza y objetivos fomentó la participación de las comunas, recintos, organizaciones y asociaciones de pequeños productores que habitan en la zona de influencia del Bosque Protector Chongón-Colonche (BP), mediante el apoyo al desarrollo de actividades agroambientales como las plantaciones de café y cacao, fomento del micro riego y producción de miel de abeja. En total participaron 581 agricultores en todas las actividades antes mencionadas.

*Lección aprendida:* la participación social debe darse en todos los eslabones que conforman una cadena de valor y en todo el ciclo de un proyecto con el propósito de que las personas se apropien de estos procesos y puedan continuarlos e innovarlos bajo sus propias lógicas.

### 3.3.5. Planificación

Todas las organizaciones analizadas planifican sus actividades de acuerdo a su propia naturaleza de organización y/o proyectos. El 30% tienen un plan estratégico y un plan de negocios, se considera el primero como el gran marco de actuación y el segundo es específico para las acciones económicas; las organizaciones son AACRI, AIC y El Salinerito. Otro 30% de experiencias señala tener solo planes de negocios por concentrar sus acciones en torno a estas actividades, estas son: APOVINCES, Chankuap y RUNA Guayusa.

El veinte por ciento de las experiencias se centran en apoyar técnica y metodológicamente los procesos de planificación, son los casos de los proyectos DFC y Conservación y Reforestación de la Cordillera Chongón-Colonche. El Proyecto DFC utilizó la metodología Planeamiento Andino Comunitario (PAC), que resultó ser un medio para desencadenar otros procesos comunitarios como la gestión comunal que involucraba, además de la planificación, el seguimiento y evaluación a las actividades de las comunidades; por esta razón la planificación no se limitó solo a las actividades específicas de carácter económico, sino a todas aquellas inherentes al desarrollo general de la organización social.

Un caso especial constituye el plan de vida de Asokanus cuyo objetivo es: Asegurar un modelo propio de desarrollo, para mejorar la calidad de vida de las familias del territorio del Pueblo Shuar Arutam, a través de planes de uso sostenible y sustentable de los recursos naturales, flora y fauna, como también aprovechando las potencialidades culturales, científicas, tecnológicas y artísticas ejecutando programas alternativos, que mantengan el ambiente, que sean económicamente rentables y que no destruyan la cultura y formas de vivir.

En el caso de la Asociación de producción y comercialización de leche de cabra Mascarilla, su planificación se remite a actividades netamente técnicas de campo, como planificar el mantenimiento de sus cabras agrupadas en apriscos, así como el acopio y comercialización asociativa.

*Lección aprendida:* La planificación y mejor si es participativa, induce a obtener mejores resultados, prevenir futuros problemas y hacer ajustes o corregir errores oportunamente, todo lo cual redundará en un escenario favorable para la consecución de los objetivos propuestos; además los planes pueden ser utilizados como instrumentos estratégicos de negociación.

### 3.3.6. Conservación de Recursos Naturales

Dos grandes actividades se destacan en los aprendizajes, estas son las tecnologías orgánicas y/o agroecológicas y el manejo de la biodiversidad y agrobiodiversidad.

#### 3.3.6.1. Tecnologías orgánicas y/o agroecológicas

El ciento por ciento de las experiencias sistematizadas promueven tecnologías orgánicas y/o agroecológicas, la diferencia está en que algunas tienen certificaciones internacionales, otras realizan procesos técnicos sin este tipo de reconocimientos y algunas están en proceso de transición hacia cultivos orgánicos. La Fundación Chankuap realizó los trámites para obtener la certificación orgánica de productos no maderables tales como: Achiote *B. orellana*, Cacao *T. cacao*, Ají *Capsicum* sp y maní *Arachis* sp.

En el caso de RUNA, toda la producción de guayusa *I. guayusa* está bajo certificación orgánica, reciben auditorías e inspecciones cada año para garantizar a los agricultores que proveen la materia prima (las hojas), a seguir las prácticas de cultivo orgánico; además todos los productos finales están certificados orgánicamente a nivel internacional. El Salinerito maneja algunas certificaciones en sus procesos y productos, tales como: Certificación Orgánica (cacao en grano, hongos, pasta de cacao, panela granulada, café y quinua *Chenopodium quinoa*), Certificación Rainforest Alliance (cacao en grano), y Certificación UTZ (cacao en grano).

El cultivo de café *C. arabica* que fomenta AACRI busca la producción agrícola orgánica y los beneficios de una finca integral. Las fincas priorizan la diversificación de la producción, integrando cultivos en sistemas agroforestales con la crianza de animales y la protección ambiental de la tierra, el agua y el bosque. Debido a la gran biodiversidad del ecosistema de la región, la producción del café no utiliza ningún tipo de agroquímico y se cultiva de manera natural y en armonía con la naturaleza.

La ciruela *S. mombin*, si bien para crecer y desarrollarse debe estar sola (en monocultivo), sin embargo, los productores de AIC poseen a su alrededor diferentes árboles nativos, tales como: guayacán *Handroanthus chrysanthus*, matasarna *Piscidia piscipula* (L) Sargent, guasmo *Guazuma ulmifolia* Lam., fernan sánchez *Triplaris cumingiana*, ébano *Ziziphys thyriflora* Benth y algarrobo *Prosopis juliflora*; las dos últimas especies se las maneja en cercas vivas y sus frutos y follaje se usan como alimento de animales. La mayoría de productores cultivan su ciruela de manera orgánica.

APOVINCES tiene entre sus objetivos transformar al cultivo del cacao *T. cacao* en un producto sostenible y sustentable ecológicamente, buscan que la asociación lidere la producción limpia, con uso mínimo de fertilizantes para crear cultivos orgánicos y sanos. El Proyecto DFC impulsó tecnologías agroecológicas como la producción de alimentos en huertos orgánicos; el Proyecto Conservación y reforestación de la Cordillera Chongón-Colonche apoyó la renovación de café arábigo con el propósito de producir café orgánico bajo sistemas agroforestales.

La alimentación de las cabras para la producción y comercialización de leche en Mascarilla se basa en cultivos de alfalfa *Medicago sativa*, maralfalfa *Pennisetum* sp y utilizan como complementos alimenticios las cáscaras de haba *Vicia faba*, arveja *Pisum sativum* y fréjol *Phaseolus vulgaris*, además de hierbas nativas. En épocas del año en que se dispone como

desecho de las actividades de comercialización agrícola, también se les suministra tamo de fréjol *P. vulgaris* y caña de maíz *Zea mays*.

En cuanto al Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía del Ecuador (MFSAE), éste forma parte de un Plan de Vida que administra el Consejo de Gobierno del Pueblo Shuar, donde se han zonificado las fincas con base a la cultura, economía y uso sustentable de los recursos naturales, a través de los sistemas productivos agroforestales que incorpora las huertas tradicionales.

*Lección aprendida:* el uso de tecnologías orgánicas y/o agroecológicas contribuye de manera trascendental a la sostenibilidad de los medios de vida comunitarios, por cuanto no socaba la base natural de los recursos naturales, no se contaminan estos recursos, facilitan el acceso a nichos de mercados como los orgánicos y son amigables con la cultura de las personas y/o comunidades indígenas, campesinas y de agricultores.

### 3.3.6.2. Manejo de la biodiversidad y agro biodiversidad

El cincuenta por ciento de las experiencias sistematizadas manejan combinadamente la biodiversidad y agrobiodiversidad en el mismo espacio; se trata del manejo que se da a los sistemas agroforestales como por ejemplo las chakras tradicionales, el asocio de árboles con cultivos perennes de café *C. arabica* y/o cacao *T. cacao* y asocio de árboles con cultivos anuales.

Un veinte por ciento maneja la biodiversidad en los bosques naturales como el caso de Chankuap, cuyos productos forestales no madereros se obtienen de los bosques y la madera que se extrae también del bosque natural en el caso de ASOKANUS. El 30% presentan como su principal sistema productivo un agroecosistema, estos son el cultivo de ciruela *S. mombin*, cultivos para alimentar cabras y varios que maneja El Salinerito como las plantaciones de *P. radiata*, de donde se obtiene la especie comestible de hongo *B. luteus*. En el caso de la ciruela *S. mombin* los productores manejan alrededor del monocultivo, sistemas agroforestales cuya estructura se compone de árboles maderables y frutales.

Existen casos como el de guayusa *I. guayusa* que se maneja en varios sistemas, así bajo condiciones naturales se la encuentra en bosque primario, cerca de cuerpos de agua y a campo abierto; con intervención humana se cultiva en chacras nuevas y de pastoreo.

*Lección aprendida:* la biodiversidad y agrobiodiversidad son factores claves para la sostenibilidad de los medios de vida comunitarios, puesto que en ella está la base para la seguridad y soberanía alimentaria presente y futura, ya que es una manera de conservar *in situ* los recursos genéticos agrícolas, forestales, de fauna y microorganismos.

### 3.4. Análisis estadístico

En lo ambiental, se considera que el 100% de las experiencias sistematizadas tienen aprendizajes que cumplen con esta dimensión de sustentabilidad.

En lo económico, el 85% de las experiencias aportan los aprendizajes con una desviación de 9,46; esto indica que los datos están agrupados; el coeficiente de variación de 11,3 da la pauta de la homogeneidad, el error estándar de 2,99 señala que la media es representativa.

Socialmente el 55% de las experiencias presentan aprendizajes, con una desviación de 15,81 que permite inferir que los datos están relativamente dispersos; el coeficiente de variación de 28,75 indica que los datos están homogéneos; el error estándar de 5,0 presupone que la media es representativa, como se muestra en la Tabla. (2).

*Tabla 2. Análisis estadístico de los aprendizajes.*

Variable	N	Media	D.E.	Var (n-1)	E.E.	CV	Suma	Suma Cuad.
Económica	10	85	9,46	89,51	2,99	11,13	850	73 055,56
Social	10	55	15,81	250	5	28,75	550	32 500

#### 4. Conclusiones

La sistematización de experiencias permite construir conocimiento por medio de los aprendizajes, se detectaron dos tipos de conocimientos: explícitos y tácitos, los primeros pueden ser transmitidos mediante procesos de difusión y los segundos requieren entrenamiento para ser utilizado de la mejor manera, ambos aportan a la sustentabilidad de los medios de vida comunitarios.

Los medios de vida de las comunidades indígenas y campesinas que habitan el espacio rural del Ecuador son dependientes de la diversidad biológica y cultural y de un marco institucional que promueva la conservación de esta diversidad y el desarrollo socioeconómico. -los mayores aprendizajes se obtuvieron de seis indicadores: organización socio productiva (asociatividad), generación de empleo, agregación de valor, participación social, planificación y conservación de recursos naturales, mismos que se convierten en factores impulsores para lograr la sostenibilidad de los medios de vida rurales.

La diversidad cultural es un elemento *sine qua non* en la consecución de los aprendizajes, por lo tanto rebasa los postulados de Kolb quien no toma en cuenta como la cultura y el contexto moldean el proceso de aprendizaje.

#### Bibliografía

1. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). 2010. Mujeres y hombres del Ecuador en cifras III. Quito, Ecuador.
2. Añazco, M. Políticas públicas y medios de vida rural en el Ecuador Continental: Impacto en la Silvicultura, Agricultura y Ganadería: Editorial Académica Española; 2018.
3. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. 2012. El tejido tradicional del sombrero de paja toquilla. Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. 5-10.
4. Gomez, J. [Internet]. El aprendizaje experiencia: La Teoría de Aprendizaje Experiencial (Experiential Learning) desde la perspectiva de David Kolb, y su aplicación a los procesos de capacitación en organizaciones. Universidad de Buenos Aires. 2007.[citado 27 enero 2019]; 2-6. Disponible en [http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA\\_2011/](http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/).

5. Kolb, D., Rubin, I. y McIntyre, J. *Organizational Psychology: an experiential approach*. N.J, England Cliffs, Prentice Hall; 1971.
6. Sistema de Investigación Sobre la Problemática Agraria en Ecuador (SIPAE). 2010. Diseñar propuestas para la distribución de tierras en aplicación a los principios de función social y ambiental que establece la nueva legislación y planificación del desarrollo del Ecuador.
7. Mansur, E. y Carrasco, H. *Pequeñas industrias forestales: metodología y estudios de caso*. Quito, Ecuador: Proyecto FAO-Holanda; 2005.
8. CAMAREN. 2000. *Fichas de capitalización de experiencias: Producción Agropecuaria*. Quito, Ecuador.
9. Van Elsen, L. *Modelo de análisis de impacto de la Conservación de suelos*. Chimborazo, Ecuador: Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), FEPP; 2002.
10. Ambrose, K. *Pago por servicios ambientales: Una alternativa que contribuye al manejo y conservación de bosques y páramos*. Ibarra, Ecuador; 2002.
11. Polo, A. *La puerta abierta: “30 años de aventura misionera social en Salinas de Bolívar Ecuador”*. Quito, Ecuador: Abya Yala; 2002.
12. Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal en los Andes del Ecuador (DFC-MAE-FAO). 2003. *Contribuciones del desarrollo forestal comunal al manejo comunitario de los recursos naturales: Aprendizajes de una década*; Quito, Ecuador.
13. Yaguache, R. y Carrión, R. *Construyendo una experiencia de desarrollo: “el manejo de recursos naturales en Pimampiro”*. Loja, Ecuador: CEDERENA; 2004.
14. Teran, G., Carrillo, G., Montenegro, F. *Estructura financiera rural, participación social y dinamización de la economía local: Sistematización de experiencias de microcrédito en ocho áreas de desarrollo territorial apoyadas por AEA Ecuador período 1998-2003*. Quito, Ecuador: Fundación Ayuda en Acción; 2004.
15. Soria, P. y Poppens, R. *El manejo de guaduales naturales para la transformación y comercialización de latillas*. Quito, Ecuador: INBAR, CEDERENA; 2004.
16. Carrión, B. *Análisis financiero de los sistemas agroforestales en la zona tropical de Santo Domingo de los Colorados [Tesis de Maestría]*. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra; 2004.
17. Ambrose, K., Cueva, K., Ordoñez, L., González, L. y Borja, R. *Aprendizaje participativo en el Bosque de Ceja Andina*. Carchi, Ecuador: Abya Yala; 2006.
18. Pozo, A., Pinzon, A. y Weise, H. *Sistematización de las experiencias y de la implementación de actividades productivas agroambientales en el Bosque Protector Chongón Colonche*. Quito, Ecuador: MAE, Fundación Natura, KFW, Cooperación Alemana; 2010.
19. GIZ. 2013. *Espacios de usos tradicionales para la soberanía alimentaria de comunidades chachi y negras de la zona norte de Esmeraldas*. Quito, Ecuador.
20. Cabrera, A. y Soria, P. *La fibra de Chinimbimi*. Quito, Ecuador: Proyecto Público-privado DEL SUR DED, Asociación Los Laureles; 2010.
21. Tapia, C. y Carrera, H. *Promoción de los cultivos andinos para el desarrollo rural en Cotacachi-Ecuador*. Quito, Ecuador: INIAP; 2011.
22. Carrasco, A., Parión, H., Rodríguez, O. y Colango. *Oyacachi reafirmando sus valores culturales y naturales mediante la gestión participativa*. 2<sup>da</sup> ed. Quito, Ecuador: JICA, Samiri ProGea; 2011.

23. Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Manejo forestal comunitario en el centro-sur de la Amazonía ecuatoriana: Resultados y lecciones aprendidas de un proyecto piloto. Quito, Ecuador.
24. Aguirre, C. y Vizcaíno, M. Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales. Ibarra, Ecuador: Universitaria; 2010.
25. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la investigación 2<sup>da</sup> ed. México D.F: Ultra; 1998.
26. Fernández, L. Estadística Agrícola. Bogotá, Colombia; 1996.
27. Pacheco, J. y Contreras, E. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile: ILPES-CEPAL; 2008.
28. Roche, H. y Constantino, V. Métodos cuantitativos aplicados a la administración. Material de apoyo: Análisis multicriterio [Internet]. 2005. [citado 27 enero 2019]. Disponible en <http://www.ccee.edu.uy/enseñan/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>.
29. Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). 2012. Manejo forestal comunitario en el centro-sur de la Amazonía ecuatoriana. Resultados y lecciones aprendidas de un proyecto piloto. Brasilia, Brasil.
30. Fundación Runa. 2014. Manejo sostenible de Guayusa para agricultores familiares. Quito, Ecuador.
31. Runa. Guayusa [Internet]. s/f. [citado 27 enero 2019]. Disponible en <http://runa.com.ec/>.
32. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. Construyendo un estado plurinacional e intercultural. Versión resumida [Internet]. 2009. [citado 27 enero 2019]. Disponible en <http://plan.senplades.gov.ec>.
33. Altieri, M. Desarrollo sostenible y pobreza rural: una perspectiva latinoamericana. Lima, Perú: RURAL-TER; 1992.
34. Altieri, M. y Nicholls, C. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable [Internet]. 2006. [citado 27 enero 2019]. Disponible en <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/altieri01.pdf>.

## ***Respuesta de material genético de *Paulownia* spp a tratamiento silvicultural, como estrategia para evaluar su adaptabilidad a condiciones climáticas de estepa espinosa Montano Bajo, Ecuador***

*(Response of *Paulownia* spp genetic material to silviculture, as a strategy to assess its adaptability to the climatic conditions of thorny steppe Montano Bajo, Ecuador)*

R. Ramos<sup>(1)\*</sup>, A. Guanga<sup>(2)</sup>, F. Sigcha<sup>(3)</sup>, F. Romero<sup>(4)</sup>

(1) Docente de Silvicultura, Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur km 1 1/2. Riobamba, Ecuador. EC060155

(2) Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(3) Estación Experimental Santa Catalina, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Responsable programa Forestería

(4) Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, Distrito 3 Riobamba.

\*Correspondencia: móvil 0999110240, raul.ramos@esPOCH.edu.ec (R. A. Ramos Veintimilla)

### **RESUMEN**

El propósito de la investigación consistió en estudiar la respuesta de *Paulownia elongata*, *P. fortunei* y un híbrido (*Paulownia fortunei x elongata*) a un sistema de recepa y evaluar el desempeño de los brotes juveniles, como estrategia para confirmar su adaptabilidad a las condiciones bioclimáticas de estepa espinosa Montano Bajo. El ensayo se instaló en diciembre del 2015, en una plantación clonal de dos años de edad, plantada por INIAP y ESPOCH en la granja Tunshi, Ecuador. Se establecieron 9 bloques por especie para un total de 27 parcelas experimentales, con 9 observaciones por parcela neta. El tratamiento silvicultural ejecutado fue poda de renovación/recepa, realizando un corte del tallo en bisel a dos centímetros de altura desde el suelo. Las variables evaluadas fueron: Días a la brotación, número de brotes por tocón, diámetro a la base del brote y altura del brote. Los tres materiales estudiados respondieron positivamente a la práctica silvicultural, 90% de tocones brotados a los 61 días de haber realizado el ensayo. A los 29 días de la recepa ya se encontraron brotes epicórmicos en las tres especies de *Paulownia*, presentando

entre 1 y 13 brotes por tocón. En crecimiento dasométrico, *P. fortunei* experimentó el mayor promedio en altura (81,85 cm), seguida por *P. elongata* (70,51 cm) y *Paulownia* híbrido (65,53 cm), siendo 3,5 veces mayor a los promedios de altura y 4 veces mayor en diámetro a la altura de la base del tallo, de los reportados en el primer año de evaluación. Estos resultados avizoran probables comportamientos adecuados y adaptación como una especie forestal-agroforestal de interés para características similares del sitio de estudio.

**Palabras clave:** *recepa, poda, silvicultura, dendroenergía.*

### **ABSTRACT**

This study is aimed to evaluate the response *Paulownia elongata*, *P. fortunei* and hybrid (*Paulownia fortunei x elongata*) to renewal pruning system and evaluate to develop the juvenile sprout of plants as a strategy to assess its adaptability to the bioclimatic conditions of thorny steppe Montano Bajo, Ecuador. The essay was install in December, 2015 in one clonal plantation two years old, establish by INIAP and ESPOCH

in Tunshi farm, Ecuador. This was established in nine blocks per species for a total of 27 experimental plots with nine observations per net plot. The silviculture treatment executed was renewal pruning, making a bevel cut stem two feet high from the ground. The variables evaluated were: Days sprouting, number of sprouts per stump diameter at the base of the outbreak and height of the outbreak. The three materials studied responded positively to silvicultural practice and 90% of erupted stumps at 61 days responded to development essay. At 29 days from the development the recepa presented epicormics sprout in the three

Paulownia species; *P. fortunei* experienced the greatest average height (81,85 cm), followed by *P. elongata* (70,51 cm) and hybrid Paulownia (65,53 cm), being 3,5 times greater than the average height and 4 times greater in diameter at the base than those reported in the first year evaluation, these results foresee probable behaviors adapted and adequate as a forestry-agroforestry species of interest from the site of study.

**Key words:** *recepa, pruning, silviculture, wood energy.*

## 1. Introducción

La deforestación y degradación de los bosques, constituyen dos de los mayores problemas ambientales a nivel mundial. Las estadísticas forestales en el Ecuador revelan 9 599 678,7 hectáreas de bosques existentes (34,7 % de la superficie nacional), de los cuales el 98,5% son bosques naturales, en tanto que las plantaciones no superan el 1,5% restante del patrimonio forestal (1). Estas cifras sumadas y comparadas con el uso potencial del suelo, sugieren que en el país existe un déficit de cobertura forestal de aproximadamente 2,0 a 2,5 millones de hectáreas (1,2).

Esa reducción sistemática de los bosques nativos, ha sido provocada por una irracional explotación de los recursos forestales para distintos fines y usos, pero sobre todo para la industria de la madera, siendo el proceso de colonización, el eje principal mediante el cual se evidenció transferencia de tierras para uso agropecuario en detrimento de tierras con aptitud forestal (3).

En el país, tradicionalmente se viene explotando plantaciones de especies forestales de rápido crecimiento, introducidas y nativas, entre estas algunas especies de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill., *E. urophylla* S.T. Blake X E, *E. grandis* W. Mill ex Maiden, *E. saligna* Sm.), pachaco (*Schizolobium parahiba* Vell. S.F. Blake), melina (*Gmelina arborea* Roxb.), laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.), pinos (*Pinus radiata* D. Don, *P. patula* Schldtl. & Cham), y balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.), sin embargo, el aprovechamiento intensivo de estas especies ha provocado pérdida de su reducida base genética, cuyos individuos sobresalientes se han tornado cada vez más escasos para cubrir la demanda interna y externa de madera de aserrío, industrial o energía de biomasa (4, 5, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11). Lo indicado, ha obligado a agendar la necesidad de buscar nuevas especies forestales con atributos de crecimiento rápido, como potenciales alternativos para contribuir a las crecientes demandas forestales del país.

*Paulownia* es un género forestal perteneciente a la familia *Paulowniaceae* (12). Nueve especies de este género son originarias de China, a excepción de *P. fortunei* (Seem.) Hemsl, que se extienden hasta Vietnam y Laos, mientras que *P. tomentosa* (Thunb.) Steud crece en Corea y Japón (13). De estas, las especies más utilizadas para proyectos forestales son *P. elongata* S. Y. Hu, *P. fortunei* y *P. kawakamii* T. Itô en razón de sus características de crecimiento rápido (14). Son árboles que se cultivan hace más de 2 600 años, pero que empezaron a ser estudiados a partir de 1 972 por el investigador forestal de origen chino (13, 14). Estos árboles empezaron a ser

desarrollados genéticamente a comienzos de la década de 1 990, mediante la evaluación de su adaptación a distintos climas a fin de promover su cultivo en el mundo, tanto para reforestación como para uso maderable y energético. Actualmente presenta una amplia distribución, desde el este de Asia –principalmente en Japón y Corea, pasando por Indonesia, Estados Unidos (Carolina del Norte y del Sur, California, Indiana y Kentucky) e India, hasta México y Brasil en América Latina (15, 16).

En sitios adecuados los árboles presentan gran porte, fuste recto, cilíndrico, de color grisáceo, con suaves estrías longitudinales y casi nunca presentan nudos; un árbol de diez años de edad puede alcanzar volúmenes aproximados de 4, 0-4,5 m<sup>3</sup>, con crecimientos anuales en DAP de 3 a 4 cm (13, 14). Tales atributos, se manifiestan en la excelente calidad y belleza de su madera, su considerable producción de biomasa y capacidad de fijación de CO<sub>2</sub>, potencial de aprovechamiento del follaje para el ganado, y también para programas de reforestación de tierras abandonadas y/o degradadas, además de sus atributos ornamentales (16). *Paulownia* sp, se adaptan a una gran variedad de climas, llegando a soportar mínimas absolutas de -20 °C y máximas absolutas de 45 °C, su rango óptimo de temperaturas se encuentra entre 24 °C y 29 °C de temperatura media diaria (13). En relación a la altitud, el rango que normalmente ocupa esta especie varía entre los 600 y 1 500 metros sobre el nivel del mar (17).

La Presidencia de la República del Ecuador en enero 2 013 manifestó el interés por explorar la introducción y evaluación de la adaptación de especies forestales foráneas con atributos de **Crecimiento Rápido**, particularmente por especies del género *Paulownia* spp, como potenciales alternativas para contribuir a las prioridades políticas contempladas en el Plan Nacional de Forestación y Reforestación Productiva (4). Por lo cual el INIAP auspiciado por la SENESCYT, en mayo del 2 013, inició el proyecto de investigación “Adaptación de especies forestales de rápido crecimiento del género *Paulownia* spp a diversos ambientes bioclimáticos y suelos del Ecuador”, donde uno de los sitios de investigación del proyecto fue estepa espinosa Montano Bajo (Granja Experimental Tunshi-ESPOCH), en éste sitio, en su evaluación inicial se observó una defoliación total de las plantas, asociado con una pérdida de dominancia apical y posterior crecimiento vigoroso de yemas axilares, características indeseadas para árboles de producción de madera sólida. Por este motivo se desarrolló el presente estudio, que tiene como objetivo estudiar la respuesta de tres especies forestales del genero *Paulownia* spp a podas de renovación y comportamiento de los brotes juveniles, como estrategia para evaluar y confirmar su adaptabilidad a las condiciones bioclimáticas de estepa espinosa Montano Bajo.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Descripción del sitio

El estudio se llevó a cabo entre diciembre del 2 015 y marzo del 2 016, en un experimento plantado por el INIAP-ESPOCH en diciembre del 2014, en la granja experimental Tunshi de la ESPOCH, ubicada en el km 4 de la vía Riobamba-Licto con coordenadas proyectadas UTM X=671167,34E, Y=9878372,68N. La temperatura media anual es de 13,8 °C con una precipitación media anual de 835,6 mm, la altitud es de 2 700 msnm. El sitio corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (18).

### 2.2. Descripción del ensayo

Las especies estudiadas fueron *Paulownia elongata*, *P. fortunei* y el híbrido (*P. elongata*

\* *P. fortunei*), introducidas desde los Estados Unidos de Norte América y establecidas en 9 bloques por especie para un total de 27 parcelas experimentales, con 9 observaciones por parcela neta. El tratamiento silvicultural consistió en realizar una poda de renovación, realizando un corte inclinado/corte en bisel a dos centímetros de altura desde el suelo a cada uno de los arbolitos que comprenden cada una de las parcelas netas ( $n=9$ ), posterior a la poda se aplicó con una brocha una pasta de oxiclورو de Cu en el corte, para evitar el ingreso de patógenos y se etiquetaron cada uno de los individuos en estudio, para poder diferenciarlos entre ellos y registrar la información. Posteriormente se realizó un raleo de rebrotes, seleccionando el rebrote dominante, basándose en características morfológicas como fuste recto, vigoroso, sin daños mecánicos y sin incidencias de plagas. El número de rebrotes que se dejaron en el tocón fue uno, tomando en cuenta el diámetro y distribución en éste.

### 2.3. Metodología de toma de datos

Las variables evaluadas fueron: **Días a la brotación**, esta evaluación fue visual determinando la presencia de los rebrotes en cada uno de los tocones y se reportó en porcentaje de tocones brotados a la fecha de evaluación. **Sobrevivencia de rebrotes**. La sobrevivencia se evaluó en base al número de rebrotes vivos que se observaron a los 61 días de realizado la poda, utilizando la metodología de (19, 20), quien indica que un porcentaje de sobrevivencia superior al 80% corresponde a categoría buena, entre 40 y 80% de sobrevivencia corresponde a categoría regular, y porcentaje de sobrevivencia menos de 40 por ciento corresponde a categoría mala. **Número de rebrotes por tocón**, mediante observación directa se registraron el número de brotes presentes en el tocón (en cada individuo podado) y se reportó en promedio de brotes por unidad de observación. **Diámetro a la base del rebrote**, esta variable se registró a partir de que el brote alcanzó 15 cm de altura y fue seleccionado presentando las mejores características morfológicas; para asegurarse que todas las mediciones se realicen en el mismo sitio se ejecutó una marca con pintura, a dos centímetros de la inserción del rebrote en el tocón y con una forcípula graduada se midió en dos direcciones (N-S y E-W) el diámetro de éste (Fig. 1), sus datos se registraron en centímetros. **Altura del rebrote/eje**, se registró el crecimiento del rebrote midiendo desde la inserción en el tocón hasta la yema terminal a lo largo del fuste (21) para lo cual se utilizó una cinta métrica graduada en centímetros (Fig. 2), y se reportó en la misma unidad. Todas estas variables se evaluaron con una frecuencia de 8 días a partir de los 15 días de haber realizado la poda. Los datos se analizaron, dependiendo de la variable, usando medidas de tendencia central y análisis de medidas repetidas en el tiempo para las variables dasométricas, así como separación de medias Duncan al 5%, en el programa InfoStat® versión 2 014.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Días a la brotación y sobrevivencia del rebrote

El análisis estadístico realizado para porcentaje de brotación de *Paulownia* como efecto a la poda de restauración, no encontró diferencias estadísticas para las especies en estudio en ninguna de las fechas evaluadas. Sin embargo, la Fig. (1) indica los porcentajes de brotación en los diferentes períodos, es así que las tres especies en estudio se encontraron rebrotadas alrededor del 55% de tocones a los 14 días de realizado la poda de restauración, porcentajes que se fueron incrementando hasta los 45 días de haber realizado dicha práctica silvicultural alcanzando entre el 78 y 87% de tocones rebrotados, a los 61 días después de la poda en las tres especies se encontró más del 90 % de tocones rebrotados. Aunque las diferencias son numéricas, se observa cierta superioridad en la brotación en *P. fortunei*, respuesta que probablemente está relacionada

con el diámetro del tocón de la planta podada, ya que esta especie presentó el 90 % de los individuos un diámetro del tocón superior a 3 cm, mientras que las otras especies presentaron el 80% de los individuos con éstas características. Junto a la figura 1 se observa una fotografía de un tocón de *P. fortunei* a los 29 días después de la poda. Aunque la literatura reporta estudios extremadamente limitados en recopa de *Paulownia*, los resultados de brotación y sobrevivencia encontrados en esta investigación corresponden a la categoría de buenos (19) quien indica que un porcentaje de sobrevivencia superior al 80% corresponde a categoría buena, entre 40 y 80% de sobrevivencia corresponde a categoría regular, y porcentaje de sobrevivencia menos de 40 por ciento corresponde a categoría mala; así como también (21, 22) en un estudio de rebrotes en *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh reportaron sobrevivencia del 88%. Otros investigadores (23), reportan valores mayores (57,34 %) de mortalidad de rebrote, en un estudio de la capacidad de rebrote de *Leucaena macrophyla* Benth, valor considerado como aceptable según menciona (24) para las especies de género *Leucaena* sp.; por su parte (25) en un estudio del crecimiento y rendimiento de biomasa aérea de rebrotes de dos años en cultivos dendroenergéticos, reportaron sobrevivencia de 84% para *E. globulus*, 60 % para *E. denticulata* y 30% para *Acacia delabata*. La mortalidad de rebrotes se debe probablemente a que la planta al ser podada entra en estrés fisiológico lo que tiende a generar nuevos ejes en mayor cantidad, con el fin de restablecer los procesos de fotosíntesis y transpiración. Una vez generada la nueva cobertura foliar, tiende a eliminar los ejes con menor grado de desarrollo o de menor aporte energético (la generación de azúcares por producto de la fotosíntesis es baja), lo cual incide que la mortalidad aumente de un 40 a 60 % (26).

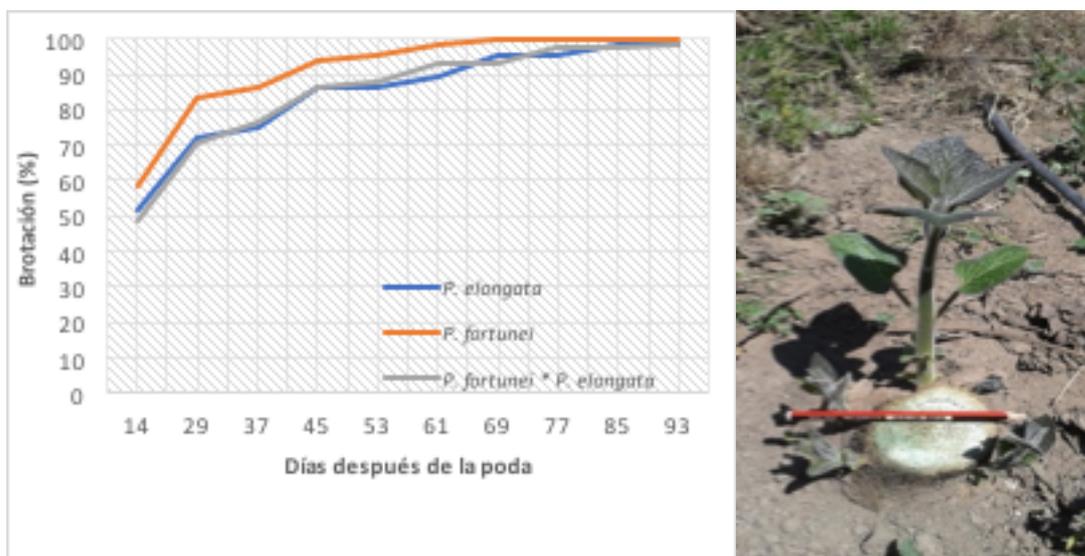


Fig. 1. Porcentaje de brotación en tocones durante los primeros 93 días de evaluación de *Paulownia* sp (*P. elongata*, *P. fortunei* e híbrido, *P. elongata \* P. fortunei*). Tunshi-ESPOCH.

### 3.2. Número de brotes por tocón

A partir de los 14 días de realizado la poda de restauración ya se encontraron brotes epicórmicos en las tres especies de *Paulownia* estudiadas (Fig. 1), mismos que presentaron entre 1 y 9 brotes por tocón (Tabla 1), alcanzando su número máximo de brotes a los 29 días de haber realizado la práctica silvicultural, de éstas la especie que mayor número de brotes presentó fue el Híbrido (*P. elongata x P. fortunei*) alcanzando un número entre 1 y 13 (Tabla 1).

La capacidad de rebrote de las especies estudiadas se encuentra categorizada como excelente para *Paulownia* híbrido y bueno para *P. fortunei* y *P. elongata* (27) excelente corresponde a 10 o más rebrotes, bueno de 5 a 9,5 rebrotes, aceptable de 3 a 4,9 rebrotes y malo menos de 2,9 rebrotes. En estudios similares en *Leucaena macrophylla* Benth (23), reportaron promedios de 1,78 a 4,68 rebrotes/planta, evaluado en estación lluviosa y seca; datos similares reportan (28) con especies arbóreas perennes tropicales, encontrando que un aumento de los rebrotes en época seca es una respuesta mecánica al estrés hídrico que presenta la planta. Así como también (29) en un estudio de la capacidad de rebrote en clones híbridos de *Populus* encontraron entre 12 y 13,5 rebrotes / planta y Un árbol podado al no tener copa en presencia de déficit hídrico, debe desarrollar una nueva cobertura foliar que permita generación de azúcares y el intercambio gaseoso para la sobrevivencia del individuo.

Tabla 1. Rango de número de brotes por tocón de *Paulownia* sp. Tunshi-ESPOCH.

Especie	Días después de la poda de restauración			
	14 días	29 días	37 días	45 días
<i>P. elongata</i>	1 -7	1 - 9	1 - 9	1 - 9
<i>P. fortunei</i>	1 - 8	1 - 8	1 - 8	1 - 8
Paulownia Híbrido	1 - 9	1 - 13	1 - 13	1 - 13

### 3.3. Altura del brote

El análisis estadístico realizado para altura del brote identificó diferencias altamente significativas ( $p$ -valor = 0,0008) para la interacción “especies \* tiempo de evaluación”. En la Fig. (2) se muestran las tendencias del crecimiento de las tres especies de *Paulownia* en estudio durante los 93 días de evaluación y su respectiva separación de medias. Donde se puede observar que Duncan al 5% agrupa a las alturas del brote en varios rangos de clasificación, identificando a *P. fortunei* como la especie de mayor crecimiento promedio (81,85 cm), seguida por *P. elongata* (70,51 cm) y *P. fortunei* \* *P. elongata* (65,53 cm). Estos crecimientos experimentados en las tres especies, después de los 60 días de haber iniciado la brotación fueron 3,5 veces mayor a los promedios de altura de planta reportados por (30) en un período similar en el primer año de evaluación. Las especies evaluadas han presentado crecimientos nunca reportados para especies forestales en la zona de estudio. Los datos encontrados en esta investigación superan en por lo menos el 50 % a los reportados por (24) en un estudio del crecimiento y rendimiento de biomasa **aérea de rebrotes** en cultivos dendroenergéticos, presentando alturas del rebrote de 230 cm para *E. globulus*, 180 cm para *E. denticulata* y 140 cm para *Acacia delabata* en dos años de edad; así como también, al promedio de 50 cm de altura de planta de *Leucaena macrophylla* Benth, reportado por (23) y promedios de 117,28 cm de altura para *Lonchocarpus minimiflorus* durante los 6 meses de evaluación

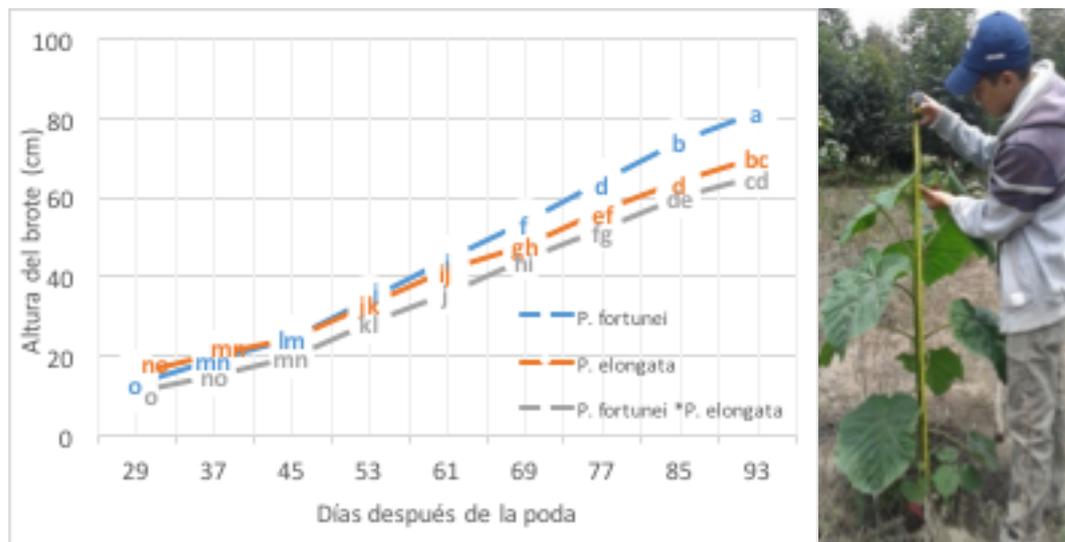


Fig. 2. Crecimiento semanal de altura del brote de *P. fortunei*, *P. elongata* y *P. fortunei \* P. elongata* bajo el efecto de poda de renovación. Tunshi-ESPOCH (Duncan 5%).

### 3.4. Diámetro a la base del brote

El diámetro del brote a la base del eje-tallo (dos centímetros de la inserción del tocón), en las especies en estudio, experimentaron tendencias similares a la variable altura del brote, mostrando diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) para especies en el tiempo evaluado, dicha diferencia se observa con mayor claridad a partir de los 69 días de haber realizado la poda de restauración. En la Fig. (3) se muestran las tendencias de crecimiento del diámetro a la base para las tres especies durante los 93 días de evaluación, donde se puede observar que *P. fortunei* presenta el mayor promedio 2,2 cm de Incremento Medio Semanal (IMS), seguido por *P. elongata* (1,95 cm) y finalmente *P. fortunei \* P. elongata* (1,85 cm). Al igual que en la variable altura del brote, probablemente las especies están respondiendo a la adaptación en el sitio, en razón de que luego de la práctica silvicultural las especies presentaron un diámetro a la base del eje 4 veces superior al experimentado en el primer año de establecimiento del experimento, durante un mismo período de comparación (30).

Esta mayor vigorosidad en altura y en diámetro a la base del tallo se explica por la menor competencia al existir un solo rebrote seleccionado, lo que significa que, si continúa este comportamiento, probablemente a una misma edad de rotación este tratamiento obtendrá un producto de mayores dimensiones comerciales, tendencia similar manifiesta (31) en su investigación “Monte Bajo, opción para tres especies de Eucaliptos en segunda rotación, un caso en la provincia de Osorno, Décima Región, Chile”. Así como también (23) en un estudio de rebrote de *Leucaena macrophylla* Benth, reportan un crecimiento diamétrico de 0,12 cm por semana, y (32) reportan crecimientos de 0,13 cm por semana en la especie *Lonchocarpus minimiflorus* promedio experimentado en una investigación de la capacidad de rebrote de especies arbóreas del bosque seco Secundario de Nandarola, Nandaime, Granada (33)

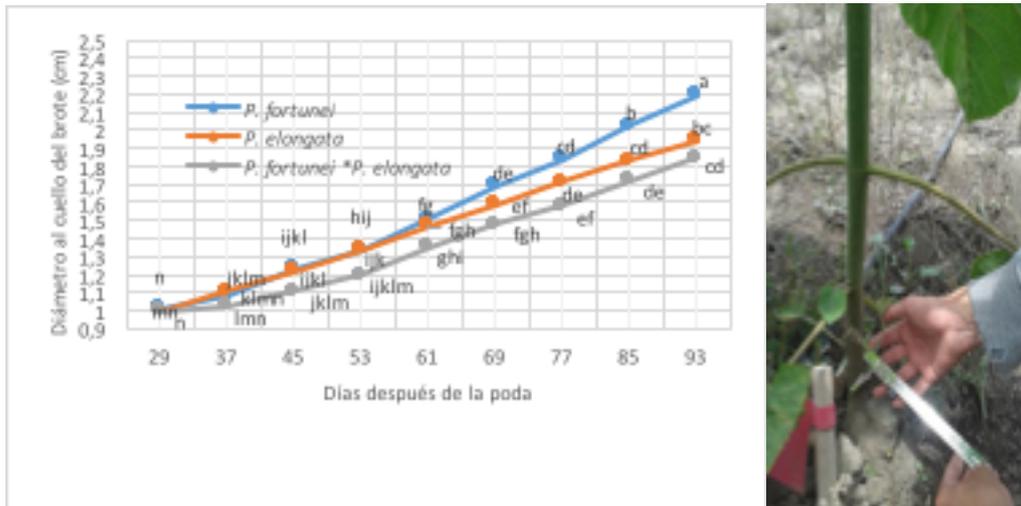


Fig. 3. Crecimiento semanal de diámetro a la base del brote de *P. fortunei*, *P. elongata* y *P. fortunei* \* *P. elongata* bajo el efecto de poda de renovación. Tunshi-ESPOCH (Duncan 5%).

### Comparativo de variables de crecimiento dasométrico de *Paulownia* spp entre sitios experimentales de Ecuador.

En la Fig. (4) se presentan los datos de variables de crecimiento dasométrico como son: Altura del eje/planta en cm (Figura 4A) y diámetro a la base del eje en mm (Figura 4B) de tres especies de *Paulownia* evaluadas en dos sitios contrastantes de Ecuador (Quevedo = bosque húmedo Tropical, y Riobamba = estepa espinosa Montano Bajo) (31); adicionalmente se hace una comparación del comportamiento de dichas variables y especies forestales en el sitio Riobamba, con la particularidad de que la segunda evaluación se realiza dos años después de la plantación, luego de haber aplicado una práctica silvicultural (poda de renovación), como una estrategia para reconfirmar su adaptación de las especies al sitio.

La altura promedio del eje de *Paulownia* experimentado en el sitio Quevedo, 60 días después de la plantación (33), fue parecida a la expresada en Riobamba 60 días después de la brotación, posterior a la poda de renovación practicada (74 cm), y ésta fue 2,5 veces superior al crecimiento promedio presentado en el sitio Riobamba 60 días después de la plantación; se puede observar también que el crecimiento promedio en altura en los 60 días después de la brotación fue ligeramente superior al crecimiento en el mismo ensayo a los 12 meses de plantado (Fig. 4A).

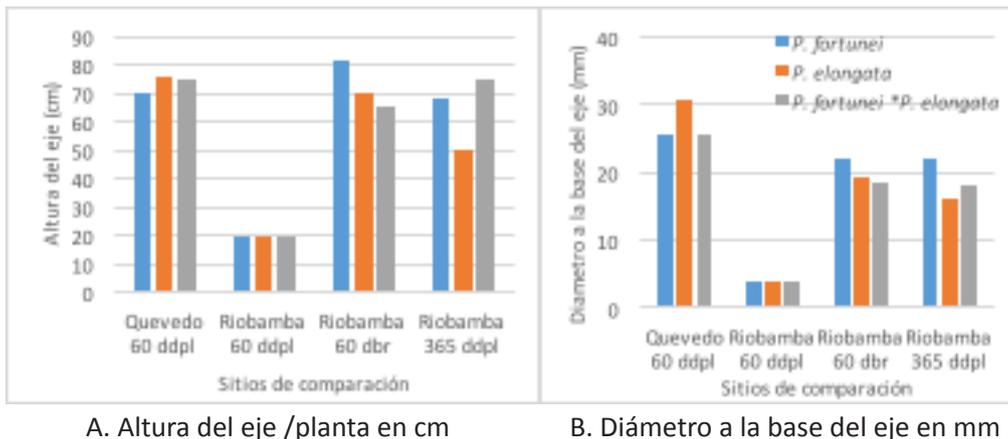


Fig. 4. Comportamiento de variables dasométricas de *P. fortunei*, *P. elongata* y *P. fortunei* \* *P. elongata* de sitios experimentales en Ecuador (Datos tomados de Guilcapi, 2015 y Guzmán, 2015. 60 ddpl = 60 días después de la plantación y 60 ddr = 60 días después de haber rebrotado).

Para la variable diámetro a la base del eje (Fig. 4B), se observa tendencias similares a las experimentadas en altura del eje/planta, e inclusive al comparar los datos registrados en el sitio de Riobamba, el promedio a los 60 días después de la poda de restauración fue 4 veces superior a los promedios expresados a los 60 días después de la plantación (4 mm en 60 días después de la plantación Vs 20 mm 60 días después de rebrotado).

El comportamiento de las variables de crecimiento dasométrico experimentado por las tres especies estudiadas en el sitio estepa espinosa Montano Bajo, luego de la práctica silvicultural (poda de restauración) advierte un grado interesante de adaptación de las especies al sitio (suelo, clima), sin embargo no es un tiempo suficiente de evaluación para llegar a conclusiones concretas, por lo que hay la necesidad de seguir evaluándoles a los brotes por lo menos los 9 meses siguientes, y con éstos datos llegar a conclusiones más confiables.

#### 4. Conclusiones

Bajo las condiciones de sitio (clima y suelo) estepa espinosa Montano Bajo, las tres especies de *Paulownia* respondieron positivamente a la poda de renovación, en razón de que, a los 61 días de haber podado, en las tres especies se encontró más del 90 % de tocones brotados, esto nos indica la capacidad de rebrote de las especies y por tanto el potencial que demuestran para programas de clonación, aseveración que lo ratifica la literatura en varias publicaciones.

Al comparar el comportamiento de las variables dasométricas a los 60 días después de la práctica silvicultural y al año de plantación, sin la práctica silvicultural, se registró una superioridad en altura de 3.5 veces y en diámetro de 4 veces en favor de la poda de recepa, mostrándose ésta como un tratamiento silvicultural favorable para evaluar procesos de adaptación de especies latifoliadas como lo es *Paulownia*.

El efecto de la práctica silvicultural sobre el comportamiento de las variables dasométricas de las tres especies de *Paulownia* evaluadas en estepa espinosa Montano Bajo, fue similar al efecto obtenido en bosque húmedo Tropical sin la práctica silvicultural en un período análogo de evaluación, lo que avizora probables comportamientos adecuados como una especie de interés para éstas características de sitio.

Los datos de variables dasométricas registrados en los 93 días posteriores a la práctica silvicultural indicados en la presente investigación, muestran que las especies de *Paulownia* responden favorablemente a la poda de renovación en estepa espinosa Montano Bajo; a decir de los datos, **son crecimientos nunca alcanzados por ninguna especie forestal en el sitio.**

### **Recomendaciones**

Investigar las posibles causas de la alta heterogeneidad en el crecimiento de los individuos de un mismo clon, poner mucha atención en las tres especies de *Paulownia*, sobre todo en *P. fortunei* y dar seguimiento de por lo menos dos períodos estacionales, donde los nuevos brotes reciban condiciones de estrés propias del sitio y sus respuestas permitan llegar a conclusiones convincentes sobre la adaptación de las mismas. Si continúan dichos comportamientos probablemente podrían ser especies de importancia socioeconómica y ambiental para las condiciones de sitio evaluadas.

### **Agradecimientos**

Dejamos nuestro sincero agradecimiento al INIAP Santa Catalina por permitirnos desarrollar esta investigación en su ensayo de adaptación y a la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH por aprobarnos y autorizar dicha investigación como un tema de práctica preprofesional de la actual Ing. Andrea Guanga.

### **Conflicto de intereses**

No existe ningún tipo de conflicto en razón de que la información generada en la investigación es para apoyo de quienes puedan necesitar en beneficio técnico científico.

### **Bibliografía**

1. Carrión, D.; Chiu, M. 2011. Documento del Programa Nacional REDD. Sexta reunión de la Junta Normativa del Programa Nacional ANU- REDD. Disponible en: [www.unredd.net/index.php?option=com\\_doe-man&task=doe](http://www.unredd.net/index.php?option=com_doe-man&task=doe).
2. Grijalva, J.; X. Checa; R. Ramos; P. Barrera; R. Vera; F. Sigcha. 2016. Estado de los recursos genéticos forestales en Ecuador. Programa Nacional de Forestería del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, Quito. 100 p.
3. FAO. 2010. Global Forest Resources Assesment 2010. Main Report. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>
4. MAE. 2011. Programa de Naciones Unidas para la reducción de las emisiones por deforestación y degradación del bosque en los países en desarrollo Documento del programa nacional Conjunto. Sexta reunión de la junta normativa Del programa ONU-REDD. 21 - 22 de marzo De 2011. Da lat, Vietnam.
5. Delgado, J.; P. Játiva. 2010. Políticas institucionales de Investigación, Transferencia de Innovaciones y Prestación de Servicios Tecnológicos, Quito, Ecuador INIAP, Dirección General, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 52 p. Publicación miscelánea No 154.
6. Limongi, R.; G. Wiracocha; C. Yopez. 2011. Amarillo de Guayaquil (*Centrolobium ocroxylum* Rose ex Rudd) especie de uso múltiple del bosque seco del Ecuador. INIAP, Portoviejo. 32 p.

7. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2013. Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales. Guayaquil, Ecuador
8. Lascano, M. 2008. Valoración de la contribución forestal a la economía nacional, caso Ecuador. OTCA. Ecuador
9. Palacios, W.; E. Vásquez; N. Jaramillo; M. Robalino. 2011. Evaluación de la estrategia de Desarrollo forestal Sustentable 2006-2011. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Quito. 66p.
10. Prado, L.; C. Samaniego; J. Ugarte-Guerra. 2010. Estudio de las cadenas de abastecimiento de germoplasmas forestal en Ecuador. World Agroforestry Centre (ICRAF), Lima. 247 p.
11. Ramos Veintimilla, R. A.; A. M. Cárdenas Rubio; R. R. Vera Vélez; J. R. Limongi Andrade y J. E. Grijalva Olmedo. 2018. Propagación in vitro de tres especies del género *Paulownia* bajo el sistema de propagación convencional. Quebracho 25 (1,2):69-79. Argentina.
12. García-Lahera, J. P. 2010. Guía de facilitación para el trabajo con la literatura de referencia sobre la flora de Cuba. Editorial Feijóo, Cuba.
13. Zhu, Z. H.; C. J. Chao; X. Y. Lu; Y. G. Xiong. 1986. *Paulownia* in China: cultivation and utilization. Beijing, China.
14. Lucas, M.; E. Martínez.; F. López; M. Abellán; F. García. 2011. El cultivo forestal de *Paulownia* spp: Primeros resultados de su aplicación en Castilla La Mancha. Universidad de Castilla La Mancha, Escuela superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete y Departamento de Ciencias y tecnología Agroforestal y Genética.
15. Gutiérrez, J.; Ocaña R. 2009. Manual para el Cultivo de *Paulownia elongata*. Disponible en: [http://www.uaemex.mx/SIEA/editorial/2009/09\\_C\\_422\\_0643.pdf](http://www.uaemex.mx/SIEA/editorial/2009/09_C_422_0643.pdf)
16. Wayne, K.; Donald, G. 2004. Tree Crops for Marginal Farmland. *Paulownia*. Practical guide from the University of Tennessee. 31 pp.
17. Castellanos, O.; A. Rodríguez; J. Rodríguez; B. Rodríguez. 2006. Organogénesis indirecta y enraizamiento "in vitro" de "*Paulownia elongata*". Redalyc 4(15):1-12
18. Rivas, F., Alarcón, A., Espinosa, C., Carrillo, F., Villamarín, D. (2005). Formaciones vegetales en el Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Aplicadas. Pichincha –Ecuador.: Escuela de Ingeniería en Biotecnología Sangolquí.
19. Centeno, M. 1993. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales de Nicaragua. 85 p.
20. ADEFOR (Asociación de Desarrollo Forestal y Agropecuario de Occidente). 1995. Comportamiento de 25 procedencias de 3 especies forestales del género *Eucalyptus* (*E. camaldulensis* Dehn, *E. maculata* Hook. F. y *E. tereticornis* Sm.) En Chancay (Cajamarca, Perú). Informe de investigación N° 5. 24 p.
21. González, B; Silva, C; Salgado, O. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrotes de dos especies arbóreas en el bosque tropical seco, Nandarola Pacífico Sur. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 8(11):57-61.
22. Reyes, F.; Membreño, J.; Chávez, Y. 2013. Evaluación de variables dasométricas de rebrotes en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, en la finca el Plantel, Nindiri, Masaya. La Calera Revista científica. 13 (20) .39-45.
23. Flores-Pinot, D., Janeth-Sorto, T., Gutiérrez-Bardales, J., Arias-Aguilar, D., Valverde, J. C., & Mora-Molina, J. (2018). Capacidad de rebrote de *Leucaena macrophylla* Benth con fines dendroenergéticos en Cortes, Honduras. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 16(38), 47-54. Doi. 10.18845/rfmk.v16i38.3995

24. Singhala, A.; Kumarb, M.; Bhattacharyab, M.; Kumaric, N.; Kumar, P.; Devendra, J.; ChauhanaIndu, K.; Thakur, S. 2018. Pretreatment of *Leucaena leucocephala* wood by acidified glycerol: optimization, severity index and correlation analysis, *Bioresource Technology*, vol. 265, pp. 214-223.
25. Ríos, J. 2017. Evaluación del crecimiento y rendimiento de biomasa aérea en rebrotes de cepas de dos años en cultivos dendroenergéticos. Tesis para optar al grado de doctor en ciencias forestales. Universidad de Concepción-chile.
26. Nassara, R.; Nermeen, F. T.; Redac, M. 2015. Active yeast extract counteracts the harmful effects of salinity stress on the growth of leucaena plant. *Scientia Horticulturae*, vol. 30, pp. 61-67.
27. Díaz, G. 2005. Establecimiento y evaluación de cercas vivas en Pacora, San Francisco Libre. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 27 p.
28. Reda, F.; Maximous, S.; El-Kobisy, O. 2000. Morphological and anatomical studies on leucaena (*Leucaena leucocephala*) plants grown under stress of different levels of salinity in irrigation water. *Bull. Fac. Agric. Cairo Univ*, vol. 4, pp. 309-330.
29. Plaza del Pino, J. 2011. Evaluación de la capacidad de rebrote en clones híbridos de *Populus* destinados a la producción de biomasa para energía. Trabajo fin de carrera Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 140 pp
30. Guilcapi, D. 2015. Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del genero *Paulownia* (*P. fortunei*, *P. elongata* e Híbrido entre *P. fortunei* \* *P. elongata*). A las condiciones de sitio estepa espinosa de Tunshi, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador.106 pp.
31. Geldres, E.; Schlatter. J.; Marcoleta, A. 2004. Monte Bajo, opción para tres especies de Eucaliptos en segunda rotación, un caso en la provincia de Osorno, Décima Región, Chile. *Revista Bosque* 25(3) 57-62
32. Salgado, O.; Silva, Z. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrote de dos especies arbóreas del bosque seco secundario de Nandarola, Nandaime, Granada. Ingeniería thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.
33. Guzmán, L. 2015. Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del genero *Paulownia* (*P. fortunei*, *P. elongata* e Híbrido entre *P. fortunei* \* *P. elongata*). A las condiciones de sitio Bosque húmedo Tropical de la Estación INIAP-Pichilingue, Cantón Quevedo, provincia de los Ríos. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador.105 pp.

# ***Potencial de mejoramiento genético en *Juglans neotropica* Diels, a los 10 meses de edad en Tunshi, Chimborazo***

*(Potential of Genetic Improvement in *Juglans neotropica* Diels, at 10 months of age in Tunshi, Chimborazo)*

R. Ramos<sup>(1)</sup>, O. Murillo<sup>(2)</sup>, L. Gallo<sup>(3)</sup>

(1) Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur km 1½. Riobamba, Ecuador. EC060155

(2) Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, GENFORES, Cartago-Costa Rica.

(3) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, Investigador del Departamento de Mejoramiento Genético Forestal, Bariloche-Argentina.

\*Correspondencia, móvil 0999110240, raul.ramos@esPOCH.edu.ec (R. A. Ramos Veintimilla)

## **RESUMEN**

La ESPOCH en 2 016 inició un programa de mejoramiento genético con *Juglans neotropica* Diels, con el objetivo de potencializar su uso comercial y restaurar ecosistemas forestales degradados en la sierra ecuatoriana. En febrero de 2 018, en la granja Tunshi - ESPOCH, con una temperatura media anual de 13,8 °C, precipitación media anual de 835,6 mm, altitud de 2 700 msnm y en estepa espinosa Montano Bajo (Holdrige 1993). Se estableció un ensayo genético con 38 familias de medios hermanos, provenientes de las procedencias Chimborazo, Tungurahua, Bolívar y Otras. En un diseño de bloques incompletos al azar, con 19 repeticiones; la unidad experimental fue una planta. Se evaluó la supervivencia, altura total (cm), diámetro del fuste a 5 cm del suelo, y presencia temprana de ramas; Los datos fueron analizados en SELEGEN, para obtener los parámetros genéticos. A los 10 meses de evaluación, la heredabilidad individual y familiar son aún bajos, pero significativos en las variables de crecimiento (procedencias > 0,38 para altura total y > 0,31 para DAC). la variación genética entre familias duplica a la variación genética entre procedencias (2,29 a 1,15, respectivamente). El ranking entre procedencias en las variables evaluadas, encabeza la procedencia Chimborazo, mientras que la procedencia Tungurahua ocupa casi siempre los últimos lugares. La colección base de mejoramiento de *J. neotropica*, plantada

en la ESPOCH presenta una amplia variabilidad genética. La táctica de reunir al menos 10 familias por procedencia y por lo menos 3 procedencias, ha mostrado eficiencia para contar con una población base de calidad y plantar una fuente semillera genéticamente fuerte para esta especie importante.

**Palabras claves:** *Juglans neotropica* Diels, procedencias, ensayo de progenies, Mejoramiento Genético.

## **ABSTRACT**

In 2 016 ESPOCH started a breeding program with *Juglans neotropica* Diels, with the intent of developing its commercial use and restoring degraded forest ecosystems in the Ecuadorian highlands. In February 2 018, in the farm Tunshi ESPOCH with an average temperature of 13.8 ° C, annual rainfall of 835.6 mm, altitude of 2700 m. one progeny test comprised 38 sib families, sourced from Chimborazo, Tungurahua, Bolivar and other sources. In a design of randomized incomplete blocks, with 19 repetitions; The experiment evaluated plant survival, overall height (cm), stem diameter 5 cm of soil, and early presence of side branches; Genetic parameters were obtained in SELEGEN. At 10 months of evaluation, heritability individual and family are still low, but significant in the variables of growth analyzed (provenances > 0.38 for total height and > 0.31 for DAC). Genetic variation between families

duplicates genetic variation among provenances (2.29 to 1.15). The ranking among provenances in all variables is lead by Chimborazo (CH) plants, while the Tungurahua (TUN) almost always origin occupies the last places in growth and vigor. The genetic improvement base collection of *J. neotropica* planted by ESPOCH is extremely rich

and with a wide genetic variability. The strategy of bringing together at least 10 families per provenance and no less than 3 sources, has proved efficient to capture a base population,

**Keywords:** *Juglans neotropica* Diels, provenance, progeny test, Breeding.

## 1. Introducción

*Juglans neotropica* Diels, especie neotropical, conocido en Ecuador comúnmente como nogal o tocte, es una especie forestal nativa de la familia Juglandaceae. Es especie de tierras altas (1 000-3 000 m.s.n.m), originaria de Sudamérica, nativa de los Andes y se encuentra de manera natural desde el noroeste de Venezuela, norte y sur de Colombia a través de Ecuador, hasta el norte y centro del Perú. Al nogal se lo encuentra en las zonas de vida bosque húmedo Pre-montano y bosque húmedo Montano Bajo, es decir, en los valles templados de la zona interandina del Ecuador (1, 2); de una forma dispersa, a menudo como individuos aislados en tierras agrícolas, a lo largo de las riberas de los ríos y los límites de campo donde se regeneran libremente, National Research Council, 1989 citado por (3).

Esta especie posee un alto valor comercial y socioeconómico debido a sus múltiples usos que históricamente han dado las comunidades de la zona andina de América del Sur; es utilizado como madera de alto valor comercial (maderas nobles) en los mercados, sus hojas y frutos en la industria textil, alimentos y en la medicina (4, 5).

Manejando la especie adecuadamente en la etapa de vivero, en sitio definitivo se espera arbolitos de 2 m. de altura al finalizar el primer año, y un turno de 25 años para el aprovechamiento de madera aserrada de dimensiones menores (6). Existen reportes donde estiman una producción de madera de nogal, en sitios con períodos de precipitación normales y dependiendo del espaciamiento y los cuidados silviculturales entre los 8 años (cuando inicia la fructificación) y los 40 años, el diámetro del nogal crece de 1,2 a 2,5 cm. por año, mientras que la altura se incrementa de 0,5 a 1,2 m por año y el volumen de 0,002 a 0,03 m<sup>3</sup> por año, alcanzando una producción cercana a los 0,9 m<sup>3</sup> entre los 27 y 33 años respectivamente (7).

La madera de *J. neotropica* es de secado lento, pero una vez seca es bastante estable, es de fácil trabajabilidad y se caracteriza por su excelente acabado. Es moderadamente resistente a los hongos xilófagos y tiene una densidad básica entre 0,63 y 0,66 g/cm<sup>3</sup> en Colombia y con registros de 0,56 g/cm<sup>3</sup> en Costa Rica, (8), y de 0,71 g/cm<sup>3</sup>, en Perú, (9). Es considerada una madera medianamente pesada, compacta de baja rigidez resistente a la vibración y a las abolladuras. El color es pardo rojizo a pardo negruzco, con un veteado notorio de color pardo oscuro. Los anillos de crecimiento y los vasos vasculares se observan fácilmente, con porosidad difusa, fibras libriformes y medianamente largas (900-1 600 micras) con punteaduras simples y paredes medianamente delgadas. La textura es fina desigual permitiéndole un buen acabado (10). Siendo ésta muy cotizada para la elaboración de muebles finos, artesanías torneadas y talladas, construcción semiestructural, instrumentos musicales de cuerdas, chapas decorativas, maquetería, puertas, ventanas y ebanistería en general (6)

En la actualidad, la especie está catalogada en peligro de extinción (EN A2cd), ha

sido seriamente amenazada por actividades ganaderas y agrícolas que generan amplias zonas deforestadas (4, 11). La mayor afectación para América del Sur se da en los bosques secos y montanos, donde la especie tiene su hábitat (12). En Ecuador actualmente el nogal es una especie escasa, difícil de encontrar, los cultivos remanentes son rápidamente usados en tallado o torneado debido a su excelente madera y al alto precio de la misma (13, 3, 14).

La diversidad genética de los bosques tropicales está disminuyendo debido al mencionado proceso de deforestación que ha reducido el tamaño de las comunidades naturales existentes, ha eliminado poblaciones locales y/o las ha fragmentado, llevando consigo a un aislamiento poblacional (15; 16; 17). Es importante, generar conocimiento acerca de la diversidad genética de las poblaciones de *J. neotropica*, que a futuro viabilice la conservación y mejora de la producción forestal.

La diversidad genética de las poblaciones sirve para mantener un reservorio de condiciones de respuesta al medio que permita la adaptación y supervivencia (18, 19). La diversidad genética de una población se mide por el número de alelos (variante genética) y heterocigosidad (20). En las poblaciones la variabilidad genética se representa como la frecuencia de individuos de la población que son heterocigotos para un *locus* o como el número de alelos distintos presentes en el conjunto de genes de la población (21); si no existe dicha variación la población es monomórfica con respecto a ese locus, es decir, todo individuo es homocigoto para el mismo alelo, por tanto, no hay diversidad genética (22). *J. neotropica* es una especie forestal del neotrópico de gran interés por su utilidad y conservación; pero su diversidad genética se ha visto amenazada a lo largo del tiempo por procesos de deforestación (14).

En los últimos tres años la Escuela de Ingeniería Forestal de la FRN-ESPOCH ha iniciado un programa de Domesticación y Mejoramiento Genético de *Juglans neotropica* Diels. Donde una de las actividades importantes de investigación es el establecimiento de colecciones genéticas amplias (ensayos de procedencias y de progenies), que posteriormente se puedan convertir en fuentes semilleras de la más alta calidad genética posible (23, 24, 25, 26; 27).

El objetivo de este estudio fue analizar genéticamente la población de mejoramiento de nogal que dispone la ESPOCH, para establecer la primera clasificación de genotipos superiores que formarán el huerto semillero a partir de progenies, que a futuro aportarán material genético superior para reforestar con esta especie en la sierra central del Ecuador.

## **2. Materiales y Métodos**

### *2.1. Descripción del sitio*

Durante el mes de febrero del 2018 se estableció un ensayo de procedencias - progenies con cuarenta y cinco familias de *Juglans neotropica* Diels, en la granja experimental Tunshi de la ESPOCH, ubicada en el km 4 de la vía Riobamba-Licto con coordenadas proyectadas UTM X=671167,34E, Y=9878372,68N. La temperatura media anual es de 13,8 °C con una precipitación media anual de 835,6 mm, la altitud es de 2 700 msnm y según Holdrige (1993) el sitio en estudio corresponde a estepa espinosa Montano Bajo.

### *2.2. Descripción del ensayo*

Se realizó una amplia colecta de semillas, con el objetivo de lograr capturar la mayor

diversidad genética y establecer un banco de germoplasma, que permita sustentar el inicio de un programa de mejoramiento genético a largo plazo. Se colectaron semillas de al menos 7 árboles madre, vigorosos y sanos, en cada procedencia, separados entre sí por no menos de 1 km. Las procedencias corresponden a las provincias Chimborazo, Tungurahua y Bolívar (recolecciones realizadas en varios sitios de cada territorio). Todas las familias fueron obtenidas a partir de semilla de polinización abierta.

La plantación se realizó a un espaciamiento de 4 m x 4 m, en un diseño de bloques incompletos al azar con 19 repeticiones, con un árbol por familia por repetición como unidad experimental (parcela tipo *single tree plot*). Debido a diferencias en el número de plantas germinadas y supervivientes de cada familia, los últimos bloques en cada ensayo no incluyeron a todas las familias seleccionadas.

Cada familia fue representada dentro de cada bloque por una sola planta o medio hermano, aleatoriamente distribuidas y distantes espacialmente entre sí (aproximadamente 30 m), con el objetivo posterior de eliminar los individuos de pobre adaptación y convertir el ensayo en huerto semillero (Figura 1). En el sitio se realizó una preparación previa de aplicación de herbicida glifosato y posterior roturado con arado de discos. Luego de balizar se realizaron hoyos de 0,2 x 0,2 x 0,2 m, donde previo a la plantación se aplicó 100 gr/planta de fertilizante compuesto 10-30-10 y 5 g de hidrotenedor (hidrogel), para asegurar el prendimiento de las plantitas. El control de malezas se realizó en forma manual cada 2 meses, lo que incidió en un excelente crecimiento inicial.

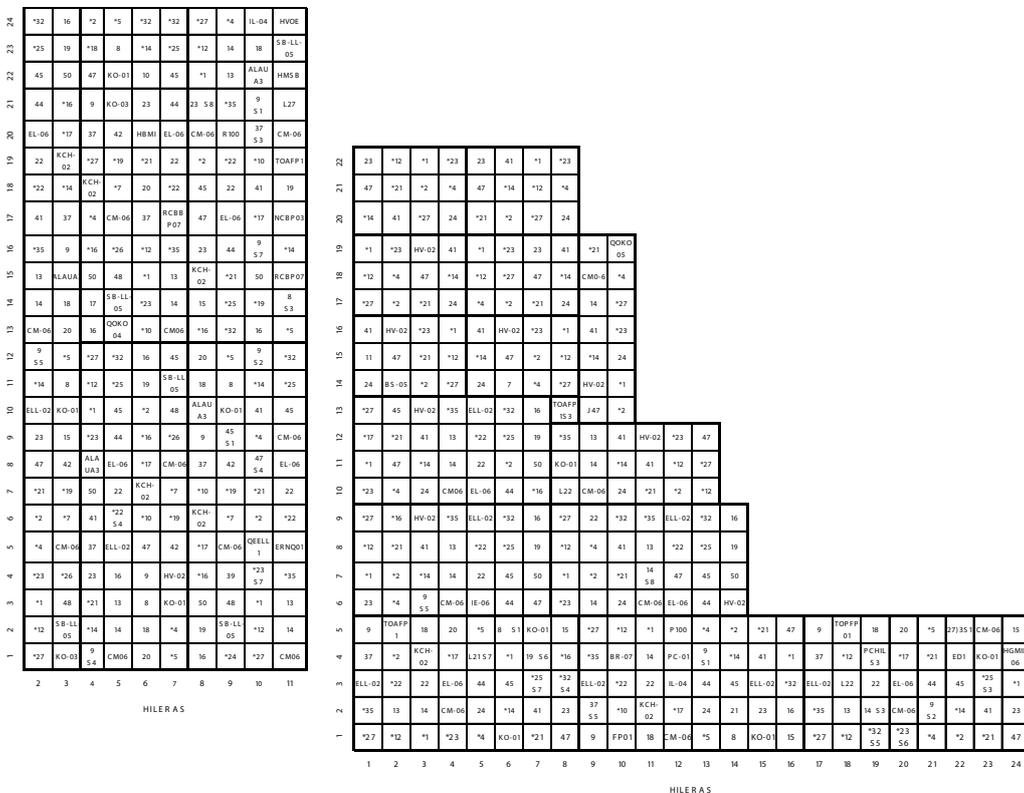


Fig 1. Diseño experimental desarrollado para la evaluación genética de progenies de *J. neotropica*. Cada progenie se evalúa con un individuo representado aleatoriamente dentro de cada bloque.

### 2.3. Metodología de toma de datos y variables evaluadas

La evaluación del ensayo fue realizada a los 30, 120, 210 y 300 días después de la plantación, iniciando en marzo del 2018. Se evaluaron los siguientes criterios:

- a. Supervivencia, en escala binomial: 1 = vivo, 2 = muerto.
- b. Diámetro a la base del tallo (a 5 cm del suelo) en mm,
- c. Altura total de la planta en cm;
- d. Aparición temprana de rama lateral definida, en escala binomial: 1 = presente, 2 ausente.

Las lecturas de las medidas se realizaron con aproximación a mm. El punto de medición a la base del fuste se marcó a los 30 días después del trasplante (marzo 2018), para asegurar que las siguientes mediciones se realizaran en el mismo punto.

La variable aparición temprana de rama lateral, se trató como una variable binomial, es decir, presencia/ausencia de rama. De modo que se pudiera determinar si algunas familias o procedencias manifestaron mayor presencia temprana de ramas laterales.

### 2.4. Análisis estadístico

La base de datos se organizó en Excel, donde las familias se agruparon según su procedencia u origen con el fin de analizar su variación y comportamiento genético a nivel de procedencia y dentro de las procedencias a nivel de familia. El análisis de la base de datos se realizó para cada una de las variables mediante el uso del software especializado SELEGEN versión 2008 (28). El programa SELEGEN utiliza el procedimiento de la Máxima Verosimilitud de Probabilidad Restringida (REML) y el de Mejor Predicción Lineal No Sesgada (BLUP) para el análisis de los datos y estimación de los parámetros genéticos poblacionales. Con la base de datos se utilizaron los siguientes modelos estadísticos:

$$\text{Modelo para las familias:} \quad y = Xr + Za + Wp + e \quad (1)$$

$$\text{Modelo para las procedencias:} \quad y = Xr + Za + Wp + Qs + e \quad (2)$$

Donde “y” es el vector de datos; “r” es el vector de los efectos de la repetición o bloque que se añade al gran promedio; “a” es el vector del efecto genético aditivo individual; “p” es el vector del efecto de parcela (un individuo por familia en cada bloque); “s” es el vector del efecto de la procedencia; finalmente “e” es el vector de los residuos o término del error del modelo. Todos los efectos se consideraron como aleatorios, con excepción del efecto de la repetición o bloque, que se consideró como un efecto fijo. Las letras mayúsculas representan las matrices de incidencia para los efectos referidos (26).

## 3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se observa que a temprana edad se empieza a manifestar un patrón de variación genética importante, tanto entre familias como entre procedencias. Los valores de heredabilidad individual (control genético) y familiar son aún bajos, pero significativos en todas las variables de crecimiento analizadas. La heredabilidad a nivel de procedencia aparece mucho más robusta y con mucho mayor control genético.

Para el carácter presencia temprana de rama, contrario a las variables de crecimiento, si se muestra un control genético inicial, pero con valores más altos al nivel de individuos y familias, no para las procedencias.

Los valores de los coeficientes de variación genética son relativamente altos (mayores al 10%) a pesar de la poca edad del ensayo. Sin embargo, tienden a disminuir con respecto a las mediciones de más edad. La aparición temprana de ramas si registra un valor alto de variación genética entre individuos. Se observa que la variación genética entre individuos duplica los valores de variación genética entre procedencias.

*Tabla 1. Parámetros genéticos de treinta y ocho familias (progenies) de Juglans neotropica de 10 meses de edad en Tunshi, Chimborazo, Ecuador.*

Parámetro	DAC	Htot	DAC	Htot	DAC	Htot	Rama
	110 días de edad		200 días de edad		290 días de edad		
Heredabilidad individual	0,158	0,133	0,168	0,0035	0,062	0,0093	0,138
Heredabilidad Familia	0,067	0,053	0,071	0,063	0,077	0,072	0,109
Heredabilidad Pro-cedencia	0,369	0,495	0,331	0,46	0,311	0,379	0,0045
Coefficiente Va-riación Genética Individual	11,62	11,469	10,71	1,79	5,47	2,29	11,19
Coefficiente Va-riación Genética Procedencia	5,81	5,73	5,35	0,89	2,73	1,15	5,59

*DAC= Diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta (5cm del suelo). Htot = Altura total de la planta.*

Los resultados observados del ensayo deben ser considerados como preliminares por su temprana edad. Sin embargo, es importante señalar que si hay expresión de variación genética importante entre familias y entre procedencias. El control genético a nivel de procedencias registra valores muy altos en las variables de crecimiento ( $H^2 > 0,31$ ). Lo cual sugiere que el efecto de la procedencia debe ser observado con detalle conforme continúe arrojando datos de crecimiento el ensayo. De mantenerse este patrón de mayor control genético entre procedencias, la estrategia de mejoramiento a largo plazo debería considerar realizar nuevas colectas en otras procedencias, con el propósito de capturar una gran riqueza genética que podría existir entre regiones.

La heredabilidad individual superó a la heredabilidad media familiar en las primeras mediciones de crecimiento. Sin embargo, puede observarse que, en la última medición, poco a poco se observa como el control genético a nivel familiar comienza a superar a la heredabilidad individual, en particular con la variable altura total. Es de esperarse que el control genético familiar sea mucho mayor al control genético individual, tal y como se reporta en numerosas investigaciones similares (29, 30). Esto implica que el efecto de la familia (pedigree) empieza a expresarse en la adaptación y crecimiento de las plantas.

La aparición temprana de ramas es un carácter relevante, pues está asociado al vigor de la

planta, así como a una potencial precocidad en su madurez fisiológica. Individuos con aparición temprana de ramas denota una mayor diferenciación fisiológica y de tejidos, que podrían luego verse reflejado en una iniciación de capacidad reproductiva (floración). Por tanto, se deberá continuar observando el patrón de comportamiento de este carácter en futuras mediciones de campo.

El coeficiente de variación genética (CVg%) es probablemente uno de los mejores indicadores de qué tanta riqueza genética existe en la población. Puede observarse en el cuadro 1, que se registró desde temprana edad, una alta variación entre individuos. El fenómeno observado refleja una mayor variación entre individuos y familias que entre procedencias, lo cual es un patrón que ha sido reportado en estudios similares (31, 32). Valores de variación genética superiores al 10%, son por lo general considerados como muy significativos y de alto potencial para mejoramiento genético (33). En este estudio se registraron valores superiores al 10% en las primeras mediciones de crecimiento, así como en la aparición temprana de ramas, que pueden ser considerados como muy alentadores para los propósitos de mejoramiento. Conforme continúe envejeciendo el ensayo se espera una mayor expresión genética de los materiales, por tanto, una mayor diferenciación entre los de mayor vigor con respecto a los de menor adaptación.

En la tabla 2 se observa que el ranking entre procedencias empieza a mostrar un patrón, donde en casi todas las variables de crecimiento y en la aparición temprana de ramas, encabeza en todas las variables los materiales que pertenecen a la procedencia Chimborazo (CH). Mientras que la procedencia Tungurahua (TUN) ocupa casi siempre los últimos lugares en crecimiento y vigor.

Con relación al ranking genético entre procedencias, a pesar de la corta edad del ensayo, si se observa un patrón relativamente estable entre los materiales procedentes de Chimborazo (CH) y de Tungurahua (TUN). Dado que la mayor heredabilidad se registró entre procedencias, los resultados sugieren darle un valor alto al origen de las semillas. Es decir, todo parece indicar la existencia de una variación muy importante entre regiones geográficas para la especie, que sin duda debe explorarse. Nuevas colectas en otras procedencias parece ser de alta relevancia para el programa con esta especie en el Ecuador.

*Tabla 2. Ranking de procedencias de Juglans neotropica en relación con el crecimiento diamétrico, altura total y aparición temprana de ramas, a los 11 meses de edad de la plantación en Tunshi, Chimborazo, Ecuador.*

DAC	Htot	DAC	Htot	DAC	Htot	Rama
110 días de edad		200 días de edad		290 días de edad		
1 CH	1 CH	1 CH	1 CH	1 CH	1 CH	1 CH
2 BOL	2 BOL	2 BOL	2 TUN	2 BOL	2 BOL	2 BOL
3 TUN	3 TUN	3 TUN	3 BOL	3 TUN	3 TUN	3 TUN
4 OTRAS	4 OTRAS	4 OTRAS	4 OTRAS	4 OTRAS	4 OTRAS	4 OTRAS

*DAC= Diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta (5cm del suelo). Htot = Altura total de la planta. CH = Procedencia Chimborazo. BOL= Procedencia Bolívar. TUN = Procedencia Tungurahua. OTRAS = Otras procedencias.*

A nivel del ranking de familias, en la tabla 3 se puede observar que a temprana edad predominan en los primeros lugares, varias familias con el código “L” que corresponden a las familias recolectadas en la provincia de Chimborazo. La familia L25 (Lican-Riobamba)

se consolida en crecimiento diamétrico y en altura total en todas las mediciones, inclusive en la aparición temprana de ramas, siendo esta una característica poco deseada para calidad de madera como tal, lo que indica que hay que poner mucha atención en el manejo silvicultural (podas oportunas). Por el contrario, las familias PQLVE (La victoria-Quito) y ICHK (Chaltura-Ibarra) se ubican en los peores lugares de crecimiento en todas las mediciones. Los valores genéticos muestran ya el inicio de una diferenciación entre las 5 mejores familias con respecto a las 5 peores, para todas las variables analizadas. La aparición temprana de ramas muestra que las familias más precoces, registran en promedio más del doble en porcentaje de individuos con ramas, con respecto a las de menor presencia de rama.

*Tabla 3. Ranking basado en el valor genético de las mejores 5 familias y las 5 peores familias de Juglans neotropica en relación con el crecimiento diamétrico, altura total y aparición temprana de ramas de 11 meses de edad en Tunshi, Chimborazo, Ecuador.*

DAC	Htot	DAC	Htot	DAC	Htot	Rama
110 días de edad		210 días de edad		300 días de edad		
L35 15,07	L25 46,23	L25 26,81	L25 74,72	L2 37,57	L25 115,67	L25 18,3%
L16 15,00	J23 45,33	L2 26,69	L22 74,70	L25 37,23	L2 115,46	L21 16,92%
J41 14,99	L2 44,94	L22 25,97	L35 74,69	L16 37,00	L22 115,45	L5 16,65%
L25 14,97	L35 44,82	L1 25,83	L1 74,69	L22 36,91	CHRCK 115,40	J45 14,85%
J23 14,91	L22 44,7	J9 25,57	L2 74,67	L32 36,81	L21 115,39	J23 14,71%
BSMSP 13,70	3J24 41,12	J20 23,86	J16 74,51	J19 36,03	J23 114,79	ICHK 7,00%
J20 13,50	BSMSP 41,01	J16 23,80	J41 74,49	J16 35,95	J20 114,77	J22 6,76%
CHGLM 13,42	CHGLM 40,67	CHGST 23,79	BSMSP 74,45	J20 35,82	J16 114,72	J44 6,38%
PQLVE 13,30	PQLVE 40,43	PQLVE 23,61	PQLVE 74,44	PQLVE 35,73	PQLVE 114,71	J47 6,27%
ICHK 13,05	ICHK 39,05	ICHK 22,74	ICHK 74,44	ICHK 35,36	ICHK 114,70	J14 6,07%

*DAC= Diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta (5cm del suelo). Htot = Altura total de la planta. CH = Procedencia Chimborazo. BOL= Procedencia Bolívar. TUN = Procedencia Tungurahua. OTRAS = Otras procedencias.*

En el ranking de familias con respecto a su crecimiento, los resultados reflejan valores aún no significativamente diferentes entre las mejores 5 familias, con respecto a las peores 5 familias. Sin embargo, si reflejan ya un distanciamiento considerable y un patrón que se espera continúe aumentando con la edad.

Estos resultados reflejan un alto potencial de mejoramiento genético para la especie en plantación. Sin embargo, los datos son todavía el resultado de los primeros 11 meses de crecimiento, donde todavía pueden estar involucrados efectos ambientales tales como, tamaño inicial de las plantas cuando se estableció el ensayo, efecto del micrositio en el establecimiento y adaptabilidad inicial de algunas plantas. Por tanto, es aún temprano para realizar algún trabajo

de selección, dado que, con el paso del tiempo, podría cambiar el desempeño de familias que tuvieron un mal arranque, cuyo efecto podría modificar el ranking a futuro.

#### **4. Conclusiones**

La colección de procedencias y familias de *Juglans neotropica* Diels, plantada en la granja Experimenta Tunshi de la ESPOCH, es sumamente rica y con una amplia variabilidad genética. La estrategia de reunir al menos 10 familias por procedencia y de no menos de 3 procedencias, ha mostrado ser muy eficiente para capturar rápidamente una población base, con la cual poder establecer una fuente semillera robusta para una especie nativa.

El control genético a nivel de procedencias registra valores altos en las variables de crecimiento ( $H^2 > 0,31$ ). los resultados sugieren darle un valor alto al origen de las semillas. Es decir, todo parece indicar la existencia de una variación muy importante entre regiones geográficas para la especie, que sin duda debe explorarse, y la incorporación de nuevas colectas de otras procedencias naturales dentro del país son de alta prioridad para el programa, con el fin de ampliar la base genética de la población de mejoramiento de *J. neotropica* en el Ecuador.

Los valores altos de heredabilidad individual y familiar y de los coeficientes de variación genética, permiten predecir un rápido progreso genético en DAC y altura total para este programa de mejoramiento genético con *J. neotropica*.

#### **Agradecimientos**

Dejamos nuestro sincero agradecimiento a las autoridades de la Facultad de Recursos Naturales y de la ESPOCH en general, por el apoyo y la confianza brindada para la ejecución del proyecto de investigación en “*Domesticación y Mejoramiento Genético de Juglans neotropica* Diels”; un particular agradecimiento a los estudiantes de la carrera forestal que cursaron las asignaturas de Mejoramiento Genético Forestal en los períodos Octubre 2017-febrero 2018 y abril - agosto 2018, así como a los estudiantes de silvicultura del período octubre 2018-febrero 2019, quienes contribuyeron en la conducción de presente investigación. A la Cooperativa de Mejoramiento Genético GENFORES del Tecnológico de Costa Rica y Departamento de Mejoramiento Genético de la Estación Experimental Bariloche del INTA de Argentina, quienes contribuyeron con recomendaciones para la conducción y análisis en la investigación.

#### **Conflicto de intereses**

No existe ningún tipo de conflicto en razón de que la información generada en la investigación es para apoyo de quienes puedan necesitar en beneficio técnico científico.

#### **Bibliografía**

1. Rosero, E.1996. Autoecología de la especie Nogal. INEFAN-C.F., Quito, Ecuador. 10 p.
2. Mendez, J.M., 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Danida Forest Seed Centre (DFSC) y Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR). Serie técnica. Manual técnico/ CATIE No. 41, 209 pp. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Descargado de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A4588E/A4588E.PDF> en abril 2017.

3. Alberca, N. 2014. Análisis de la efectividad de cinco microsatélites para detectar la diversidad genética de *Juglans neotropica*. Tesis: Ingeniería Bioquímico farmacéutico, Universidad Técnica particular de Loja. 67 p.
4. Toro, E. & Roldán, I. 2018. Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. Revista Madera y Bosques vol. 24, núm. 1, e2411560.
5. Ponce, G., D. Morales, 2011. Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales „Nogal“ (*Juglans neotropica*) y „Guarango“ (*Caesalpinia spinosa*) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas “Wuarimi Maki” comunidad de Peguche en el Cantón Otavalo. Tesis Pregrado, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte (UTN). Descargado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/823> en marzo 2016.
6. Estrada, W. 1997. Manual para la producción de nogal (*Juglans neotropica* Diels). Editorial EDI-U. Ibarra-Ecuador. 47p.
7. Fundación desde el Surco. 2006. Factibilidad agroindustrial de la cadena agroproductiva del nogal, *Juglans neotropica* Diels, para un sistema de reforestación productiva.Fondo para la protección del agua, FONAG.
8. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1999. *Juglans neotropica* Diels. Centro agronómico de Costa Rica. Nota técnica sobre semillas forestales Núm.82. Turrialba, Costa Rica. pp. 1-2.
9. Advantage Trim & Lumber. 1999. Need just a board: Peruvian walnut. Online. Internet. Disponible en: (<http://www.advantagelumber.com/peruwalnut.htm>)
10. Rodríguez M, L 1988. Caracterización anatómica de las maderas de latifoliadas y claves macro y microscópicas para la identificación de 120 especies. Tesis: Ingeniería Forestal Bogotá Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
11. Grijalva, J.; X. Checa; R. Ramos; P. Barrera; R. Vera; F. Sigcha. 2016. Estado de los recursos genéticos forestales en Ecuador. Programa Nacional de forestería del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, Quito. 100 p.
12. Armenteras, D., & Rodríguez, N. 2014. Dinámicas y causas de deforestación en bosques de latino américa: una revisión desde 1990. Colombia Forestal, 17(2), 233-246. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a07.
13. Delgado, R y Torres, R. 1995. Identificación y control de la pudrición radicular del nogal *Juglans neotropica* Diels, con la aplicación de productos orgánicos e inorgánicos. Tesis Ing. Forestal. Ibarra, Ecuador. UTN-FICAYA-EIF. 89 p.
14. Wonder, S. 2001. Poverty alleviation and tropical forest-what scope for synergies? World Development 29(11):1817-1833.
15. Myers, N. 1986. Tropical deforestation and a megaextinction spasm. En: Soulé, M. E. (Ed). Conservation biology: the science of scarcity and diversity, pp. 394-409. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, Estados Unidos.
16. Cornelius, J.; Ugarte, J. Simons, A. 2007. El papel de la domesticación de árboles agroforestales En el “desarrollo con protección ambiental”.
17. Cornelius, J.; Ugarte, J. 2010. Introducción a la genética y domesticación forestal para la agroforestería y silvicultura. Notas de clases. Lima – Perú. Centro Mundial para la Agroforestería (ICRAF). 124p.

18. Piñeiro, D. 2008. La diversidad genética como un instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios de especies mexicanas, en Capital natural de México, vol. I Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 437-494
19. Karp, A. 2000. The new genetic era: will it help us in managing genetic diversity? SAT 21 Meeting, IP-GRI, FRIM, Kuala Lumpur, Malasia.
20. Juanes, F. Térez, J & García, E. 2007. Reproductive strategies in small populations: using Atlantic salmon as a case study. Ecol. Freshw. Fish. Vol. 16, no. 4, p. 468-475.
21. Klug, W., Cummings, M, y Sponcer, C. 2006. Conceptos de Genética. PEARSON, S.A. Madrid.
22. Frankhan, R., Ballou, JD. & Briscoe, DA 2002. Introduction to Conservation Genetics. 1ed. Cambridge: Cambridge University Press, 642p.
23. Aguirre, N., Mogrovejo P., Ordoñez L. y Hofstede R. 2001a. Identificación y selección de fuentes semilleras de especies Forestales nativas en los bosques andinos del Ecuador. Proyecto EcoPar. Quito, Ec.
24. Murillo, O.; Espitia, M. y Castillo, C. 2012. Fuentes Semilleras para la Producción Forestal. 1ª ed. Editorial Domar S.A.S. Bogotá, Colombia. 184 p.
25. Murillo, O. y Guevara, V. (2013). Estado de los recursos genéticos forestales de Costa Rica. MINAET/FAO/CONAGEBIO. San José, Costa Rica.
26. Octavio López, 2018. Estudios de Economía forestal en el marco de la Misión de Crecimiento Verde en Colombia. Resumen ejecutivo. INFOANDINA, Global Green Growth Institute, Gobierno de Colombia. 30p.
27. Ramos, R. 2018, Red de Investigación en Conservación, Domesticación y Mejoramiento Genético de *Juglans neotropica* Diels. en la Sierra Ecuatoriana para su uso comercial y la restauración de ecosistemas degradados. Proyecto de investigación aprobado por el Consejo Politécnico de la ESPOCH. 46p.
28. Resende, MD. V. de. 2016. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. Crop Breeding and Applied Biotechnology - 16: 330-339.
29. Espitia, M.; Murillo, O.; Castillo, C. 2016. Ganancia genética esperada en melina (*Gmelina arborea* Roxb.) en Córdoba, (Colombia). *Árvore* 40 (1): 71-80.
30. León, N; Murillo, O; Badilla, Y; Ávila, C; Murillo, R. 2017. Expected genetic gain and genotype by environment interaction in almond (*Dipteryx panamensis* Pittier Rec. and Mell in Costa Rica. *Silvae Genetica* (2017) 66, 9-13.
31. Quesada, S.; Alfaro C.; Murillo O.; Badilla, Y.; Luján R. 2018. Evaluación del comportamiento de clones de *Tectona grandis* L.f. en suelos vertisoles de la Península de Nicoya, Costa Rica. *Rev. For. Mesoam. Kurú*. 16 (38): 24-34.
32. Resende, M.; Olman, M; Badilla, Y. 2018. Genética Cuantitativa y Selección en el Mejoramiento Forestal. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 302 pp.
33. Martínez, V.; Fallas, L.; Murillo, O.; Badilla, Y. 2016. Potencial de mejoramiento genético en *Dipteryx panamensis* a los 33 meses de edad en San Carlos, Costa Rica. *Rev. For. Mesoam. Kurú* Vol 13 (30): 3-12.

# ***Breve historia de la ciencia del cambio climático y la respuesta política global: un análisis contextual***

*(Brief history of climate change science and global political response: a context analysis)*

E. Salas <sup>(1,2)\*</sup>, E. Maldonado <sup>(1,2)</sup>

(1) Secretaria Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación SENESCYT-ECUADOR.

(2) Escuela de Turismo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\*Correspondencia. Tel.: 0998085050. Email: esalas@esPOCH.edu.ec (E. M. Salas)

## **RESUMEN**

Los sistemas naturales y humanos de la Tierra soportan presiones dramáticas debido al cambio climático. Una gran cantidad de evidencia científica muestra que el cambio climático es, en parte, causado por actividades antropogénicas. El inicio de la revolución industrial, alrededor de 1750, intensificó la tasa de acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre. Este aumento de la concentración de GEI en la atmósfera, sin duda, ha acelerado los cambios en el clima del planeta, causando a su vez un aumento de las temperaturas globales del suelo, los océanos y el aire. Este aumento de la temperatura global afecta notablemente a los sistemas naturales y humanos por igual. Científicos, sectores interesados, personalidades sociales y políticas han exigido a los gobiernos y otras organizaciones locales, nacionales y supranacionales que acepten su responsabilidad y emprendan acciones decisivas para mitigar el cambio climático y sus impactos. Actualmente, uno de los principales objetivos de la humanidad, para minimizar o evitar desastres catastróficos relacionados con el clima, es mantener el calentamiento global por debajo de los 2° C en comparación con los niveles preindustriales. En consecuencia, la comunidad internacional ha respondido de diferentes maneras para mitigar y adaptarse a los impactos del cambio climático. Este artículo presenta un análisis de la literatura sobre la ciencia del cambio climático y la respuesta política global, proporcionando, además, una descripción del establecimiento de

diferentes organizaciones científicas y políticas clave destinadas a mitigar el cambio climático.

**Palabras clave:** *Cambio Climático, Ciencia Medioambiental, Política Medioambiental.*

## **ABSTRACT**

Earth's natural and human systems are enduring dramatic pressures due to climate change. A great body of scientific evidence shows that climate change is, in part, caused by anthropogenic activities. The start of the industrial revolution, around 1750, intensified the rate of growth of GHGs' concentration in Earth's atmosphere. The increased atmospheric GHGs' concentration has, undoubtedly, accelerated changes in Earth's climate, which in turn, caused an increase of global land, ocean, and air temperatures. This global temperature rise is noticeably impacting natural and human systems alike. Scientists, stakeholders, social and political personalities have demanded governments and other organizations at local, national and supranational levels to accept their responsibility and undertake decisive actions to mitigate climate change and its impacts. At present, one of the main goals of humankind, to minimize or avoid catastrophic climate-related disasters, is to keep earth's warming below 2° C compared to pre-industrial levels. In this context, the international community has responded in different ways to mitigate and adapt to the impacts of climate change. This paper presents a brief review of the literature of the science of climate

change and the global political response. Science and political response must go hand in hand to fight climate change and its impacts. This paper also provides an account of the establishment of different key scientific and political organizations

aimed to mitigate climate change.

**Key words:** Climate Change, Environmental Science, Environmental Policy.

## 1. Introducción

Mientras la humanidad lucha por alcanzar una acción concertada y efectiva contra el cambio climático para mantener el calentamiento global por debajo de 2 °C, la evidencia científica sobre las variaciones climáticas de la Tierra sigue aumentando (1). La evidencia sobre la influencia de las emisiones de GEI antropogénicas, que afectan el equilibrio de la atmósfera de nuestro planeta, exige una acción global rápida y decisiva para reducir las emisiones de GEI y para contrarrestar los impactos negativos proyectados del cambio climático (1). Los impactos del cambio climático observados en todo el mundo son cada vez más frecuentes y dramáticos. Se ha creado varias organizaciones internacionales y tratados; algunos orientados a continuar y mejorar la investigación sobre el cambio climático y otros a diseñar estrategias para la adaptación y mitigación del clima. En diversas regiones del planeta, mecanismos de mercado han sido implementados como estrategias importantes para reducir y compensar las emisiones de GEI (2). Este documento reúne literatura sobre la ciencia del cambio climático y la respuesta de la comunidad internacional a los efectos anticipados producto de las perturbaciones climáticas en este siglo. También se incluye algunos estudios de caso de mecanismos destinados a reducir las emisiones y/o mejorar los depósitos de GEI en todo el mundo permitiendo así posicionar la ciencia y la respuesta política dentro del contexto del cambio climático global. Este procedimiento entonces ayuda a formar una visión más objetiva de lo que ha sucedido y continúa sucediendo a nivel internacional frente a la amenaza del calentamiento global y del cambio que los sistemas naturales y humanos planetarios enfrentan al momento. Consecuentemente, este análisis nos ayuda a entender algunas de las posiciones adoptadas por diferentes gobiernos y grupos sociales y a su vez nos invita a preguntarnos a cerca del por qué muchos de los esfuerzos por limitar las emisiones de GEI han sido ineficaces a pesar de la creciente amenaza del cambio climático a nivel global.

## 2. Metodología

Para el desarrollo de este artículo se llevó a cabo una investigación de escritorio usando el método de análisis documental en conjunto con al análisis de contexto. El análisis documental, además de ser comúnmente usado como complemento de otros trabajos de investigación, es con frecuencia usado como un método sólido para realizar diversos estudios en diferentes disciplinas de la ciencia (3). Este método permite evaluar sistemáticamente documentos, tanto físicos como electrónicos. Y, al igual que otros métodos analíticos cualitativos, el análisis documental requiere que los datos sean examinados e interpretados de manera rigurosa para obtener significado, mejorar el entendimiento de hechos o fenómenos determinados y desarrollar conocimiento empírico. La evaluación de documentos de interés para la investigación en curso también permite obtener información del contexto y una visión histórica alrededor del tópico de investigación (3). Las fuentes o documentos para evaluar pueden ser de muy variada naturaleza, por ejemplo: reportes institucionales o de organizaciones (públicas o privadas), actas de reuniones, manuales, cartas y memorándums, mapas y tablas, artículos de periódicos y comunicados de prensa (3), etc.

Además, el análisis contextual permite evaluar diferentes eventos tomando en cuenta el contexto ligado al tópico de la investigación que se está realizando. La importancia del análisis de eventos -y de los documentos asociados a los mismos- que hayan ocurrido, estén ocurriendo o que vayan a ocurrir en el futuro, ha sido destacada en muchas disciplinas científicas (4). Por ejemplo, el contexto es de suma importancia cuando se analiza hechos históricos; sin el análisis del contexto, en el cual el evento tuvo lugar, se puede llegar a conclusiones erradas de lo que realmente sucedió (4). La lingüística es otra disciplina donde el análisis del contexto es vital. Una frase, dependiendo del contexto en el cual se la expresa puede ser totalmente adecuada, o a su vez muy inapropiada (4). Así, la combinación del método de análisis documental, junto con el análisis del contexto presentan un procedimiento adecuado para la construcción del argumento de este artículo, ya que, es importante evaluar la literatura a cerca de la ciencia desarrollada en conjunto de la respuesta política global en el contexto del cambio climático.

Consistentemente con el método, para el presente trabajo, se usó como fuentes de información documentos de diferentes organizaciones internacionales dedicadas al desarrollo de la ciencia del cambio climático, así como de organismos que trabajan en el área de la política ambiental. Libros, reportes científicos, artículos científicos y sitios web han servido como aporte para el soporte del argumento del presente análisis.

### **3. Desarrollo**

#### *3.1. Gases de efecto invernadero y cambio climático*

“El cambio climático... se refiere a un cambio en el estado del clima que se puede identificar (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) mediante cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más. Se refiere a cualquier cambio en el clima a lo largo del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana” (IPCC, 2007a, p. 30).

Uno de los principales determinantes del clima global es la acumulación natural de gases como vapor de agua, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (1, 5). Esta acumulación de gases, conocida como gases de efecto invernadero (GEI), retiene el calor de la radiación solar y el calor radiante emitido desde la superficie de nuestro planeta (5). Las actividades de desarrollo humano desde mediados del siglo XVIII han aumentado la presencia de GEI en la atmósfera terrestre. El aumento de  $\text{CO}_2$  en aproximadamente un 35%, es en gran parte resultado del uso de combustibles fósiles,  $\text{CH}_4$  de los procesos digestivos de los alimentos del ganado y  $\text{N}_2\text{O}$  de la combustión de combustibles y el uso de fertilizantes en la agricultura (1, 5, 6).

Las simulaciones de clima (Figura 1) muestran cómo las fuerzas naturales y la actividad humana impactan el clima global. Estas simulaciones también muestran que, sin la influencia de las actividades antropogénicas, la temperatura de la superficie de la Tierra ha disminuido ligeramente durante la última mitad del siglo XX, lo que indica que el calentamiento actual en todo el planeta es causado principalmente por actividades humanas (5).

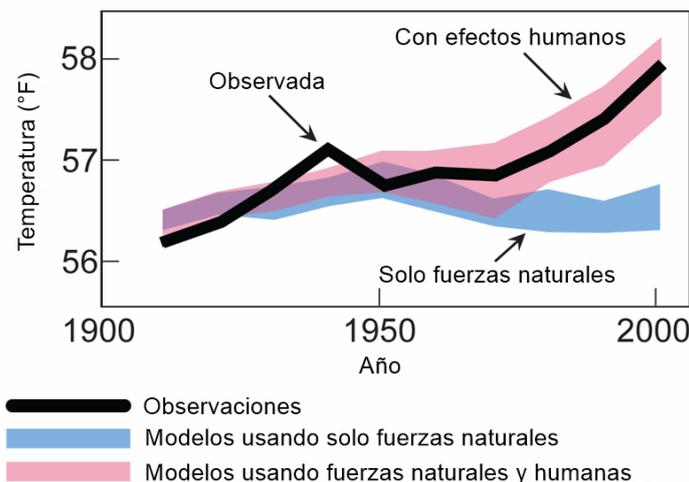


Fig. 1. Modelo de cambio climático que incluye fuerzas climáticas naturales y antropogénicas (5).

### 3.2. Impactos del cambio climático a escala mundial

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) afirma que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como lo demuestra ahora el aumento de la temperatura media mundial en el aire y el océano, el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo y el aumento del nivel medio del mar” (6). La superficie de los océanos y la tierra se ha calentado en un promedio de 0,85 °C entre 1880 y 2012 (6). “Cada una de las últimas tres décadas ha sido sucesivamente más cálida en la superficie de la Tierra que en cualquier década anterior desde 1850” (5). El aumento de la temperatura se está produciendo en todo el planeta con énfasis en las regiones del norte. Por lo tanto, en la región ártica el aumento de la temperatura es el doble del promedio global del siglo pasado. Este aumento de temperatura está causando el derretimiento del hielo marino ártico en un cinco por ciento cada 10 años y el aumento del nivel del mar en 0,003 metros por año (6, 7). La evidencia muestra que el aumento de la temperatura ha llegado a lo profundo de los océanos -aproximadamente 3 Km- y que las aguas del océano están absorbiendo alrededor del 80% del aumento (6, 7). Durante el período de 1961 a 2003, los niveles del mar han aumentado, en promedio, 1,8 milímetros por año. Pero de 1993 a 2003, el aumento promedio del nivel del mar alcanzó los 3.1 milímetros por año (6, 8).

Si el aumento de la temperatura actual continúa sin disminuir, las costas y los ecosistemas, las reservas de agua, la producción de alimentos y la salud sufrirán efectos dramáticos (6). Se ha estimado que el impacto del cambio climático en la economía mundial oscila entre el 5 y el 20 por ciento del PIB mundial (9). Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), muchos de los ecosistemas más importantes del mundo ya están amenazados. Si el aumento de temperatura en 2050 supera los 2 °C (en relación con los niveles preindustriales), la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad aumentarán y se acelerarán. Las personas y las comunidades que dependen principalmente de los recursos naturales de la Tierra sufrirán consecuencias catastróficas (10).

Las proyecciones de emisiones de GEI y el calentamiento global anticipan que, bajo el uso actual de combustibles fósiles, para 2050 los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera podrían ser el doble de las concentraciones antes del período industrial, y los niveles pueden triplicarse para 2100 (11). El calentamiento global promedio, considerando este escenario de alto nivel de

emisiones de CO<sub>2</sub> combinado con las emisiones de otros GEI, podría alcanzar los 4.5 °C, con un mínimo esperado de 3 °C y un máximo de 6 °C (11). Una rápida adopción de fuentes de energía alternativas, diferentes a las basadas en combustibles fósiles, podría causar una disminución del calentamiento global que se produciría a fines de este siglo y más allá (11).

### 3.3. *Consenso científico sobre el cambio climático*

El tema del cambio climático y el cambio climático antropogénico ha estado sobre la mesa durante décadas. En particular, durante los últimos cuarenta años, el mundo ha sido testigo de muchos esfuerzos para mejorar y compartir el conocimiento sobre el cambio climático. Algunos de estos esfuerzos no han logrado sus objetivos. La Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, en 1979, no atrajo el interés de los responsables políticos (12). Sin embargo, los problemas del cambio climático, discutidos en la Asamblea General de la ONU, la Conferencia de Toronto en 1988, las conferencias en La Haya y Noorwijk en 1989, y la segunda Conferencia Mundial sobre el Clima celebrada en 1990 despertaron el interés de varios líderes políticos internacionales (12) sobre el cambio climático. Este creciente interés en el tema se logró gracias a los avances y al consenso científicos.

La construcción de un consenso científico sobre el cambio climático tiene sus comienzos hace aproximadamente dos siglos. Ya en 1827, Jean-Baptiste Fourier introdujo el concepto de efecto invernadero (13, 14). Afirmó que, dada la cantidad de energía que la Tierra recibe del sol, las temperaturas globales deberían ser más bajas que las registradas (13, 14). Luego, en 1896, Svante Arrhenius fue el primero en proponer que el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero por actividades antropogénicas, incluido el CO<sub>2</sub>, podría llevar a un aumento de la temperatura de la Tierra (12, 14).

Una mejor comprensión del efecto invernadero impulsó la discusión sobre el tema del cambio climático, principalmente entre los científicos. Las mediciones en diferentes estaciones científicas -por ejemplo, Mauna Loa, Hawai- establecidas a principios de la década de 1960 permitieron a los investigadores confirmar que los niveles de CO<sub>2</sub> han aumentado. Keeling (1960) estudió el aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico y mostró este aumento en un gráfico; ahora conocido como la curva de Keeling (Figura 2) (12, 15).

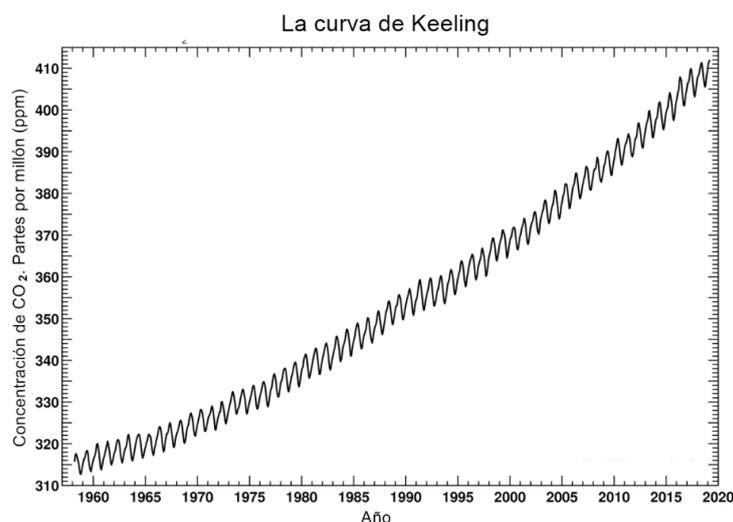


Fig. 2. La curva de Keeling muestra el aumento histórico de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (16).

Utilizando los datos recopilados varias veces al día en el Observatorio Mauna Loa, Keeling estimó que aproximadamente el 55% de las emisiones de los combustibles fósiles permanecerían en la atmósfera (13) y predijo que duplicar las concentraciones de CO<sub>2</sub> podría aumentar el promedio de la temperatura del planeta entre 5 y 6 grados Celsius, un resultado consistente con las predicciones actuales (14). Antes del trabajo de Keeling, los resultados de los estudios sobre las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> eran inconsistentes (15).

La evidencia mostrada por Keeling (1960) se convirtió en un fuerte impulso hacia la comprensión y aceptación del tema del cambio climático entre la comunidad científica a fines de los años sesenta y principios de los setenta (12). El avance en la tecnología computacional ha proporcionado a los científicos equipos mejorados que han incrementado considerablemente la precisión de los modelos atmosféricos. Esta mayor precisión de los modelos, a su vez, ha aumentado los niveles de confianza entre los científicos (1). La mejor previsibilidad de los modelos llevó a la aceptación de la existencia del cambio climático por parte de organismos científicos. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, en un informe de 1979, basado en los resultados de estos modelos, concluyó que se producirá un cambio climático y que sus efectos pueden ser considerables (12). A fines de la década de 1980 y principios de la década de 1990, la comunidad científica confrontada por una creciente evidencia acumulada de varias fuentes, por ejemplo, mediciones directas de temperatura, registros históricos, reconstrucciones paleoclimáticas, retroceso de glaciares y simulaciones de modelos computacionales (14), reconoció la existencia del efecto invernadero (12, 15). Además, dada la evidencia, se reconoció la influencia de las emisiones antropogénicas de gases como el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en el cambio atmosférico (12, 15). En la década de 1990, solo unos pocos científicos se mostraron escépticos ante el creciente consenso sobre el cambio climático (14). Además, hoy en día existe un sólido consenso sobre el tema del cambio climático, sus causas e impactos, así como las posibles formas de enfrentar el problema. En consecuencia, el consenso científico se expresa claramente en documentos tales como los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (17). Esta mejor comprensión y consenso allanaron el camino hacia un esfuerzo concertado, especialmente de científicos y académicos, para buscar alternativas para afrontar el tema del cambio climático global (2).

Sin duda, el esfuerzo de académicos e investigadores se ha visto reflejado en una gran cantidad de evidencia del cambio climático y de la influencia antropogénica sobre esta variación del clima planetario. Esta evidencia científica se encuentra registrada en diversos documentos físicos y digitales. Y, en la actualidad, estos registros son accesibles virtualmente para toda persona que requiera esta información. Sin embargo, es difícil entender por qué ante tanta evidencia científica respaldada por una gran variedad de estudios, que, a su vez, utilizan variados métodos de recolección y análisis de datos, la respuesta política internacional no haya sido de la misma magnitud para enfrentar la amenaza del cambio climático global.

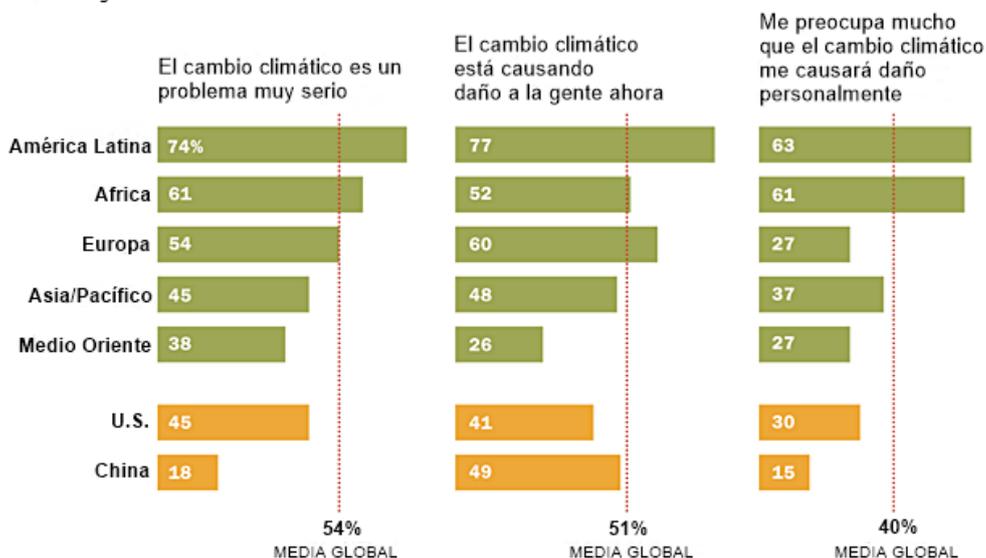
### *3.4. Contexto público y político alrededor de la respuesta al cambio climático*

La creciente evidencia que demuestra que el cambio climático está ocurriendo, ha llevado a que la comunidad científica -con pocas excepciones- apoye los hallazgos que indican que, en cierta medida, los cambios climáticos globales actuales son el resultado de actividades antropogénicas. Sin embargo, es crucial entender cuál es la opinión pública sobre el cambio climático. En este contexto, “la opinión pública es crítica porque es un componente clave del contexto sociopolítico en el que operan los responsables políticos” (14). Sin embargo,

los conceptos científicos del cambio climático pueden ser difíciles de entender para algunas personas sin conocimientos científicos (18). Además, la percepción del nivel de amenaza que presenta el cambio climático está correlacionada con el nivel de educación, el “posmaterialismo” y las opiniones políticas (18). Varios estudios realizados en todo el mundo muestran que la sensibilización y la preocupación del público, así como el apoyo a las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático están aumentando (14). En Australia, un estudio, notó un alto nivel de aceptación entre la población de que el cambio climático es, en parte, un resultado de acciones humanas (19). Además, el mismo estudio muestra un apoyo general a las actividades de mitigación del cambio climático en Australia (19). Por otro lado, las poblaciones rurales de los países en desarrollo siguen sin conocer el problema (14). Últimamente, varios académicos han investigado la percepción de la amenaza que el cambio climático representa para la sociedad. Además, en un estudio en el que se realizaron 45,435 encuestas en 40 países, encontró que el cambio climático se percibe como un tema importante (20). Por lo tanto, una mediana del 54% de los participantes considera que el cambio climático es un problema muy grave (20). Y los autores explican que una mediana del 78% de los participantes está de acuerdo con la importancia de las políticas (en sus países) para limitar las emisiones de GEI en virtud del Acuerdo de París -firmado en abril de 2016- (20). Como se muestra en la Figura 3, las personas en América Latina y África están entre las más preocupadas por el cambio climático (20). Irónicamente, “los estadounidenses y los chinos, cuyas economías son responsables de las mayores emisiones anuales de CO<sub>2</sub>, se encuentran entre los menos preocupados” (20); ver también el estudio realizado por Leiserowitz 2007 (14).

### América Latina y África más Preocupadas por el Cambio Climático Comparadas con Otras Regiones

Medias Regionales



Nota: Rusia y Ucrania no están incluidas en la media Europea. La media Asia-Pacífico incluye China

Fuente: encuesta Spring 2015 Global Attitudes

PEW RESEARCH CENTER

Fig. 3. Preocupación global sobre el cambio climático (20).

Por otro lado, se encontró que la preocupación entre los países ricos y pobres, así como países con las altas y bajas emisiones de dióxido de carbono es similar (18). Además, en los

países donde los desastres naturales son relativamente más frecuentes, el público está menos preocupado por el cambio climático. Esta respuesta puede estar asociada con su capacidad para adaptarse a los desastres causados por el clima (18).

También se investigó el nivel de apoyo que el público tenía hacia los acuerdos destinados a limitar o reducir la cantidad de emisiones de GEI (20). En el caso de Australia, por ejemplo, los resultados mostraron un fuerte apoyo general al gobierno que firmó el Acuerdo de París: 84% de los australianos más jóvenes y 75% de los australianos de mayor edad (20). Otros resultados importantes sugieren que las personas en países de altos niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, como los Estados Unidos de América, Australia, Canadá y Rusia, están menos preocupadas por el cambio climático. Y los Estados Unidos -los mayores emisores de carbono per cápita entre los países encuestados-, es uno de los menos preocupados por el cambio climático y sus efectos (20). Finalmente, la disposición a pagar los costos de la protección ambiental ha sido un tema de estudio. Más personas en los países ricos están dispuestas a apoyar económicamente las prácticas de protección ambiental que en los países pobres, debido a que, la capacidad económica también es mayor en los países ricos (21).

En resumen, la opinión pública y la percepción sobre el cambio climático, sus causas e impactos pueden o deberían tener una influencia significativa en el diseño e implementación de las políticas climáticas. Sin embargo, se desconoce, y presumiblemente es difícil de evaluar, hasta qué punto la opinión pública/social ha contribuido en la configuración de la política climática en contextos regionales, nacionales y mundiales. Por otro lado, es preocupante observar que los gobiernos e incluso la población de países ricos, los cuales, en ciertos casos, son los mayores emisores globales de GEI, sean los menos preocupados en el tema. La siguiente sección presenta una breve reseña de los esfuerzos a nivel internacional que se han llevado a cabo, tanto en el área de la ciencia como en el campo político en respuesta al cambio climático.

### 3.5. Breve historia de la respuesta global al cambio climático

Frente a la creciente evidencia sobre la fuerte relación causal entre las actividades humanas y los cambios observados en la atmósfera de la Tierra y el sistema climático, la comunidad internacional ha creado varias organizaciones dedicadas a estudiar las causas y los efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales, los sistemas humanos y la infraestructura. Miles de expertos, en muchas disciplinas diferentes en todo el mundo, contribuyen, a través de organizaciones nacionales, regionales y mundiales, al avance de la ciencia del cambio climático, que proporciona la base para el desarrollo de políticas acertadas. A pesar del avance de la ciencia, el cambio climático solo comenzó a ser un tema político en la década de 1990 (12), y el proceso de creación de una política eficaz para facilitar el diseño y la implementación de mecanismos para adaptar y mitigar el cambio climático se ha mantenido durante décadas recientes. Esta sección presenta una breve historia de algunas de las principales organizaciones internacionales y tratados creados en respuesta al cambio climático global.

#### 3.5.1. El Consejo Internacional para la Ciencia

Podría decirse que el primer paso crucial en la historia de la respuesta mundial al cambio climático fue la creación del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) en 1931, originalmente fundado como el Consejo Internacional de Sindicatos Científicos (22). El ICSU, una de las ONGs más antiguas, se originó a partir dos organizaciones diferentes, la Asociación

Internacional de Academias (IAA; 1899-1914) y el Consejo Internacional de Investigación (IRC; 1919-1931) (23). Uno de los objetivos del ICSU es promover la colaboración entre científicos, agencias gubernamentales y agencias nacionales de financiamiento en todo el mundo (23). En el pasado, importantes programas como el Programa Internacional de Biología, el Año Geofísico Internacional y el Año Polar Internacional fueron realizados por el ISCU. Actualmente, el ISCU continúa su trabajo con otros programas clave como el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP), el Programa Mundial de Investigación sobre el Clima (WCRP), DIVERSITAS: Un Programa Internacional de Ciencias de la Biodiversidad y el Programa Internacional de Dimensiones Humanas sobre el Cambio Ambiental Global (IHDP) (23). La contribución científica del ICSU ha tenido un impacto notable, no solo en la ciencia y la política del cambio climático global, sino también en otras disciplinas orientadas al mantenimiento del bienestar humano (23).

### *3.5.2. La Organización Meteorológica Mundial (OMM)*

La OMM establecida en 1950 sigue siendo la agencia climática especializada de las Naciones Unidas (24). La OMM tiene sus orígenes en la Organización Meteorológica Internacional, creada en 1873 (24). Actualmente, la OMM tiene 191 estados miembros (25). Las principales contribuciones de la OMM son ayudar a la comunidad internacional a comprender mejor los procesos climáticos e hidrológicos, así como a promover la colaboración entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de sus miembros. La OMM también promueve el intercambio, el procesamiento y la estandarización gratuita de datos y sin restricciones (25). El acceso oportuno a datos e información, proporcionado por la OMM a través de sus miembros, contribuye al desarrollo sostenible, la reducción de la pérdida de vidas e infraestructura y ayuda a prevenir y mitigar los desastres relacionados con el clima (24).

### *3.5.3. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*

El establecimiento del PNUMA ha sido considerado como uno de los resultados clave de la Conferencia del Clima de Estocolmo en 1972. El PNUMA es la organización de las Naciones Unidas encargada de diseñar y promover la agenda ambiental global. El PNUMA ayuda a las naciones en la política de desarrollo sostenible y ambiental. Es importante destacar que el PNUMA ha desempeñado un papel importante en la respuesta internacional al cambio climático, contribuyendo a configurar la infraestructura científica y política mundial para la protección del medio ambiente, apoyando la creación de organizaciones y tratados clave y coordinando la colaboración entre países, científicos nacionales regionales e internacionales, y, a la vez, fomentar la cooperación entre diversos organismos que trabajan en el ámbito del desarrollo y de la protección del medio ambiente (26).

### *3.5.4. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*

Establecido en Nueva York (1992) y abierto a la firma durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 (27), el principal objetivo de la CMNUCC es la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que evitaría interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático (28). La CMNUCC establece obligaciones para todos sus miembros con respecto a las emisiones de GEI. Las reglas de la CMNUCC entraron en vigor en marzo de 1994 con la firma de 50 países (27). Hoy en día, la CMNUCC tiene 196 miembros (“partes”): 195 naciones y una organización de integración económica regional -la Unión Europea- (29).

### 3.5.5. *El Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*

La ‘conferencia 21 de las partes (COP21)’ celebrada en París en 2015 fue otro capítulo importante en la historia de la respuesta al cambio climático (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2016). La COP21 sirvió como una reunión para las partes del Protocolo de Kioto (PK). La cumbre produjo el Acuerdo de París, que entró en vigor en noviembre de 2016 y ha sido ratificado por 141 de las 197 partes (30). El objetivo principal del Acuerdo es mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 °C, en comparación con la era preindustrial, al mismo tiempo que se apoyan los esfuerzos para alcanzar un objetivo aún más ambicioso; mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 1.5 °C (31). En 2017, la COP 23 se llevó a cabo en Bonn, Alemania. La conferencia de Bonn proporcionó un escenario para la preparación de las directrices operativas para aplicar el acuerdo de París para su discusión durante la Conferencia sobre Cambio Climático de Katowice, la cual se celebró en diciembre de 2018 (31).

### 3.5.6. *El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático*

Fundado en 1988 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) es sin duda la organización más influyente del mundo en el campo de la investigación del cambio climático (28). La principal contribución del IPCC es la evaluación integral, objetiva, abierta y transparente de la información científica, técnica y socioeconómica relevante para comprender la base científica del riesgo del cambio climático inducido por el hombre, sus posibles impactos y opciones para la adaptación y mitigación (28). Actualmente, el IPCC tiene una membresía de 195 países (32). Desde su creación, el IPCC ha publicado cinco informes de evaluación (FAR, 1990; SAR, 1995; TAR, 2001; ARA4, 2007; ARA5, 2013/2014) y muchas otras publicaciones, incluidos informes especiales, documentos técnicos e informes metodológicos (32). Uno de los principios fundamentales del IPCC es que sus informes son relevantes para la creación de políticas, pero no prescriptivos para las políticas (33).

### 3.5.7. *El Protocolo de Kioto*

Adoptado el 11 de diciembre de 1997, en Kioto, Japón, el Protocolo de Kioto (PK) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es un tratado internacional que establece objetivos diferenciados de reducción de emisiones de GEI a sus países miembros (partes). Los países industrializados (Anexo B del Protocolo) tienen una mayor carga de compromisos de reducción (34).

Las emisiones de importantes sectores de la economía, como la producción, el transporte y la distribución de energía, los procesos industriales, el transporte y los combustibles para la aviación y la operación marítimas, la agricultura y las emisiones de la gestión de desechos están limitadas por el Protocolo (Anexo A del protocolo) (29). El PK también determina qué gases (GEI) están cubiertos por el tratado: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) (Anexo A del Protocolo) (33). El PK también establece que las partes deben esforzarse para cumplir sus compromisos, al menos un 5% por debajo de los niveles de 1990 durante el período 2008-2012, para minimizar los impactos negativos de cualquier medida sobre cambio

climático, el comercio internacional, la sociedad, el medio ambiente y la economía (35).

El PK también introdujo el Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Mecanismo de Implementación Conjunta. Estos mecanismos tienen como objetivo permitir el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones, ya sea por países en desarrollo y desarrollados, contribuyendo así al objetivo general de reducción de emisiones de GEI, según lo establecido por el PK (26).

#### *3.5.7.1. El Mecanismo de Desarrollo Limpio*

Según el Mecanismo de Desarrollo Limpio, los proyectos de reducción de emisiones de GEI emprendidos en países en desarrollo pueden obtener un crédito certificado de reducción de emisiones (CER) por cada tonelada de CO<sub>2</sub> de reducción verificada. Los CER se pueden comercializar o vender a países desarrollados para que puedan cumplir con los objetivos de reducción de emisiones establecidos en el PK (35).

#### *3.5.7.2. El mecanismo de implementación conjunta*

Este mecanismo permite a los países que tienen objetivos de reducción de emisiones bajo el PK (Anexo B del Protocolo) obtener Unidades de Reducción de Emisiones (ERU) al desarrollar proyectos de reducción de GEI en otros países que también tienen un compromiso de reducción. Las ERU se pueden utilizar para cumplir los objetivos de reducción de emisiones definidos en el PK (36).

Las enmiendas al PK se introdujeron en la Conferencia de Doha en 2012. Se acordó un objetivo de reducción de emisiones para el nuevo período de compromiso de 8 años 2013-2020. El objetivo para los países desarrollados es al menos un 18 por ciento por debajo de los niveles de 1990. Además, la composición de las partes del protocolo es diferente de la anterior (36). El establecimiento de todas estas organizaciones y los tratados ha tenido una respuesta diversa de los países miembros para abordar el problema del cambio climático. Las naciones signatarias de los tratados de cambio climático, particularmente el PK, a su vez han diseñado e introducido mecanismos de mercado, comúnmente conocidos como mercados de carbono, para reducir las emisiones de GEI. Sin embargo, los mecanismos de reducción de emisiones de GEI no son exclusivos de los miembros del PK, los países no signatarios también han creado programas para limitar o compensar las emisiones de GEI

Aunque el protocolo de Kioto ha sido considerado en muchas ocasiones como un avance significativo de la política ambiental global, este no ha tenido los resultados esperados y no ha logrado el compromiso de, varios de los países más industrializados del planeta que no han firmado, no han ratificado o se han retirado de este tratado, como es el caso de Estados Unidos de América y Canadá, entre otros. Así, los países que no han firmado o ratificado el protocolo han eludido su responsabilidad de reducir sus emisiones de GEI. La siguiente sección es una descripción general de los mecanismos internacionales de reducción de emisiones de GEI (36).

### *3.6. Mecanismos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*

Los gobiernos alrededor del mundo, a nivel supranacional, nacional y subnacional, han implementado o desarrollado planes para la aplicación de mecanismos de mercado para reducir

las emisiones de GEI, respondiendo así al impacto inminente del cambio climático (37).

De los diversos mecanismos orientados a la reducción de emisiones de GEI, a nivel internacional, los programas *cap-and-trade* son la opción más extendida, en oposición a los impuestos al carbono, los cuales son impopulares entre los responsables políticos y los gobiernos (38). En un programa *cap-and-trade*, el gobierno determina qué instalaciones o emisiones están cubiertas por el programa y establece un objetivo general de emisiones, o “límite”, para las entidades cubiertas (empresas responsables de las emisiones). Este límite es la suma de todas las emisiones permitidas de todas las instalaciones incluidas. Una vez que se ha establecido el límite y especificado las entidades cubiertas, se distribuyen las concesiones de emisiones negociables (derechos de emisión) (subastadas o asignadas libremente, o alguna combinación de éstas). Cada asignación autoriza la liberación de una cantidad específica de emisiones de GEI, generalmente una tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-e). El número total de asignaciones es equivalente al límite general de emisiones (39). Las entidades cubiertas deben presentar asignaciones equivalentes al nivel de emisiones del que son responsables al final de cada uno de los períodos de cumplimiento del programa (38). Aunque los programas *cap-and-trade* son los más populares de los mecanismos desarrollados para la reducción de emisiones, estos no han cumplido el objetivo para el cual fueron creados. Los créditos negociables manejados en este tipo de programas difícilmente han logrado alcanzar un valor significativo de mercado. Este es el caso de los derechos de emisiones emitidos en la Unión Europea *cap-and-trade* cuyos precios han sufrido de una elevada volatilidad (40). Esta volatilidad en ciertas ocasiones se debe a la sobre emisión de derechos, lo cual empuja los precios de estos hacia la baja.

Como se muestra en la Tabla 1, varias iniciativas internacionales de reducción de emisiones implementadas, programadas o consideradas para su implementación.

*Tabla 1. Iniciativas internacionales de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero.*

Mecanismo	Tipo	Estatus	Mecanismo	Tipo	Estatus
Sistema de Intercambio de Emisiones Europeo (EU SIE)	Supranacional	Activo	Programa California cap-and-trade	Subnacional	Activo
New Zelanda SIE	Nacional	Activo	Quebec Sistema cap-and-trade	Subnacional	Activo
Suiza SIE	Nacional	Activo	Brasil	Nacional	En estudio
Kazakstán SIE	Nacional	Activo	Chile	Nacional	En estudio
Corea SIE	Nacional	Activo	Japón	Nacional	En estudio
Regional greenhouse gas initiative (RGGI)	Regional	Activo	México	Nacional	En estudio
Western climate initiative (WCI)	Regional	Activo	Rusia	Nacional	En estudio
China SIE	Nacional	Activo	Turquía	Nacional	En estudio
Beijing (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Ucrania	Nacional	En estudio
Chongqing (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Tailandia	Nacional	En estudio
Guangdong (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Vietnam	Nacional	En estudio

Hubei (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Washington	Subnacional	En estudio
Hubei (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Manitoba	Subnacional	En estudio
Shanghai (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Ontario	Subnacional	En estudio
Shenzhen (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Rio de Janeiro	Subnacional	En estudio
Tianjin (piloto) SIE	Subnacional	Activo	Sao Paulo	Subnacional	En estudio
Program Tokyo cap-and-trade	Subnacional	Activo			

Nota: Estado de los mecanismos hasta diciembre 2017  
 SIE: Sistema de Intercambio de Emisiones  
 Fuente: (37, 39, 41-43)

La cobertura de emisiones de GEI durante la última década ha aumentado debido a la introducción de mecanismos de reducción de emisiones en todo el mundo. La cobertura de emisiones de GEI aumentó de más de 2 GtCO<sub>2</sub>-e en 2005 a casi 5 GtCO<sub>2</sub>-e en 2015 (42), lo que representa aproximadamente el 12% de las emisiones anuales mundiales (42). En la actualidad, 17 ETS están vigentes en todo el mundo. En total, 34 países, 13 estados / provincias y 7 ciudades están cubiertos por mecanismos ETS (37, 39). El valor total de los esquemas globales de reducción de emisiones de GEI alcanza los US \$ 30 mil millones (37).

Sin embargo, y a pesar de los avances en materia de creación y aplicación de instrumentos de mercado orientados a la reducción de emisiones de GEI, dicha reducción no ha sido suficiente para frenar los efectos observables del cambio climático, menos aún, estos esfuerzos podrán atenuar los impactos futuros de las emisiones de GEI sobre el sistema climático planetario. Consecuentemente, se hace necesaria una acción conjunta pero decisiva, tanto de países industrializados como en desarrollo, para alcanzar los niveles de reducción de emisiones que ayuden a mitigar los actuales y posibles efectos del cambio climático en nuestro planeta.

#### 4. Discusión

Científicos, académicos y partes interesadas a nivel mundial han contribuido con una gran cantidad de información sobre los cambios que enfrenta el sistema climático de la Tierra (1-6). La evidencia de los impactos actuales del cambio climático y las predicciones de los impactos futuros en los sistemas naturales, así como en la infraestructura construida (1-7), también son un tema de mucha investigación como se presenta a lo largo del artículo. Esta evidencia científica sobre el cambio climático ha estimulado la creación de varias organizaciones internacionales, así como acuerdos para fomentar la reducción de las emisiones de GEI (9, 11, 18, 24, 26, 27, 29). Los acuerdos, como el Protocolo de Kioto, han establecido objetivos de reducción para los miembros firmantes. Las naciones y sus gobiernos, a su vez, han creado varios mecanismos para alcanzar sus objetivos de reducción bajo el PK (26, 29, 34). Sin embargo, la humanidad y su orden político internacional todavía sigue luchando para poder concretar acuerdos que, de forma efectiva, limiten el cambio climático y sus impactos (13, 15, 17-19). Muchos de los tratados establecidos no han logrado los objetivos para los que fueron creados y, aún más, estos acuerdos no han conseguido homogenizar criterios y algunos países, generalmente grandes productores de GEIs, no han firmado, ratificado o se han retirado de acuerdos tales como el Protocolo de Kioto, por poner un ejemplo. Aunque mucho se ha avanzado, la falta de compromiso, especialmente, de varias naciones poderosas que a su vez

son algunas de las mayores productoras de GEI (14), ha puesto en duda la eficacia de estos tratados, contribuyendo de esta manera a una carencia de acción decisiva para lograr frenar la amenaza que en la actualidad representa el cambio que nuestro planeta enfrenta, y en concreto, el cambio climático global.

## 5. Conclusión

El presente artículo ofrece un análisis contextualizado de la literatura a cerca de cambio climático -que en su mayoría se encuentra dispersa en muchas fuentes- contribuye a la comprensión de la lucha que comunidad científica, y las sociedades planetarias han librado contra de la amenaza del cambio climático. Este trabajo reúne información acerca de la evidencia científica acumulada por casi un siglo a cerca de los cambios que nuestro planeta ha sobrellevado, tanto debido a fuerzas naturales, pero especialmente debido a la influencia de las actividades antropogénicas. Dicha evidencia científica no ha sido suficiente, por si sola, para generar una respuesta política coherente, de parte de gobiernos, especialmente de aquellos países altamente industrializados que basan su desarrollo económico a expensas de la afectación al planeta. No se alcanza aún un compromiso político generalizado para que las naciones no firmantes de los acuerdos ambientales acepten su responsabilidad y generen iniciativas eficientes que ayuden a enfrentar la amenaza del cambio climático global.

### Conflicto de Intereses

Los autores declaramos que no existe ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2014. p. 1-32.
2. Salas EM. The role of factors that influence the adoption of the Australian Carbon Farming Initiative-Emissions Reduction Fund: a mixed methods study: James Cook University; 2017.
3. Bowen GA. Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*. 2009;9(2):27-40.
4. Del Regno, Leandro. La importancia del análisis del contexto. *Petrotecnia*. 2012 Febrero, 2012:80-5.
5. United States Global Change Research Program. Global Climate Change Impacts in the United States 2009 20/02/2013.
6. Pachauri RK, Allen MR, Barros VR, Broome J, Cramer W, Christ R, et al. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC; 2014.
7. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA; 2007.

8. Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA; 2007.
9. Eliasch J. Climate change: financing global forests: the Eliasch review. Hoboken: Earthscan; 2008 10/02/2013.
10. United Nations Environment Programme. Human Development Report 2007/2008. Fighting climate change: human solidarity in a divided world. New York: United Nations Development Programme; 2007.
11. Australian Academy of Science. The science of climate change: questions and answers. Canberra: Australian Academy of Science; 2015. p. 1-44.
12. Bodansky D. The history of the global climate change regime. International relations and global climate change. 2001:23-40.
13. The Keeling Curve: Carbon Dioxide Measurements at Mauna Loa. National Historic Chemical Landmark [Página principal en Internet], American Chemical Society; 2017 [actualizada en febrero 2019; acceso 22 febrero 2019]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatis-chemistry/landmarks/keeling-curve.html>.
14. Leiserowitz A. International public opinion, perception, and understanding of global climate change. Human development report. 2007;2008:1-40.
15. Harris DC. Charles David Keeling and the Story of Atmospheric CO Measurements. Analytical chemistry (Washington). 2010;82(19):7865-70.
16. Mauna Loa record - smooth curve [Página principal en Internet], San Diego: SCRIPPS Institution of Oceanography at San Diego; 2019 [actualizada en febrero 2019; acceso 27 febrero 2019]. [aprox. 1 pantallas] [cited 2019 2019/03/22]. Available from: [http://scrippsco2.ucsd.edu/graphics\\_gallery/mauna\\_loa\\_record/mauna\\_loa\\_record\\_smooth\\_curve](http://scrippsco2.ucsd.edu/graphics_gallery/mauna_loa_record/mauna_loa_record_smooth_curve).
17. Oreskes N. The scientific consensus on climate change. Science. 2004;306(5702):1686-.
18. Kvaløy B, Finseraas H, Listhaug O. The publics' concern for global warming: A cross-national study of 47 countries. Journal of Peace Research. 2012;49(1):11-22.
19. Kragt ME, Gibson FL, Maseyk F, Wilson KA. Public willingness to pay for carbon farming and its co-benefits. Ecological Economics. 2016;126:125-31.
20. Stokes B, Wike R, Carle J. Global concern about climate change, broad support for limiting emissions. Pew Research Center. 2015;5.
21. Gelissen J. Explaining popular support for environmental protection: A multilevel analysis of 50 nations. Environment and behavior. 2007;39(3):392-415.
22. A brief history of ICSU [Página principal en Internet], International Council for Science; 2015 [actualizada en enero 2019; acceso 10 de enero 2019]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: <http://www.icsu.org/abouticsu/about-us/a-brief-history>.
23. International Council for Science. ICSU and Climate Science: 1962 - 2006 and beyond. From GARP to IPCC. Celebrating 75 years: 1931 - 2006. International Council for Science; 2006.
24. The World Meteorological Organization at a glance [Página principal en Internet], World Meteorological Organization; 2009 [actualizada en febrero 2019; acceso 10 febrero 2019]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [https://www.wmo.int/pages/about/index\\_en.html](https://www.wmo.int/pages/about/index_en.html).

25. World Climate Programme [Página principal en Internet], World Meteorological Organization; 2015 [actualizada en febrero 2019; acceso 10 febrero 2019]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcp.html>.
26. ONU Medio Ambiente [Página principal en Internet], United Nations Environment Programme; 2019 [actualizada en enero 2019; acceso 8 enero 2019]. [aprox. 1 pantallas]. Disponible en: <https://www.unenvironment.org/es>.
27. Introduction to the UNFCCC and Kyoto Protocol [Página principal en Internet], International Institute for Sustainable Development; 2009 [actualizada en marzo 2019; acceso 22 marzo 2019]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: [http://www.iisd.ca/process/climate\\_atm-fcccintro.html](http://www.iisd.ca/process/climate_atm-fcccintro.html).
28. Intergovernmental Panel on Climate Change. 16 years of scientific assessment in support of the Climate Convention. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change; 2004.
29. United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC 25 Years of Effort and Achievement: Key Milestones in the Evolution of International Climate Policy 2019 [cited 2019 2019/03/22]. Available from: <https://unfccc.int/timeline/>.
30. The Paris agreement [Página principal en Internet], United Nations Framework Convention on Climate Change; 2016 [actualizada en Febrero 2019; acceso 22 febrero 2019]. [aprox. 1 pantallas]. Disponible en: [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php).
31. United Nations Framework Convention on Climate Change. Katowice Climate Change Conference 2018 [actualizada en octubre 2018; acceso 15 octubre 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <https://unfccc.int/katowice>.
32. Intergovernmental Panel on Climate Change. Understanding climate change: 22 years of IPCC assessments. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change; 2010.
33. IPCC Organization [Página principal en Internet], Intergovernmental Panel on Climate Change; 2015 [actualizada en agosto 2015; acceso 17 agosto 2015]. [aprox. 3 pantallas] Disponible en: <https://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>.
34. Status of Ratification of the Convention [Página principal en Internet], United Nations Framework Convention on Climate Change; 2014 [actualizada en julio 2014; acceso 13 julio 2014]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [https://unfccc.int/essential\\_background/convention/status\\_of\\_ratification/items/2631.php](https://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php).
35. What is the CDM [Página principal en Internet], United Nations Framework Convention on Climate Change; 2015 [actualizada en mayo 2015; acceso 14 mayo 2015]. [aprox. 1 pantallas]. Disponible en: <http://cdm.unfccc.int/about/index.html>.
36. What is the Kyoto Protocol? [Página principal en Internet], United Nations Framework Convention on Climate Change; 2019 [actualizada en Febrero 2019; acceso 22 febrero 2019]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol>.
37. International Carbon Action Partnership. Emissions trading worldwide. Status Report 2015; 2015
38. Center for Climate and Energy Solutions. Climate Change 101 Cap and Trade Arlington, VA2011 Disponible en: <http://www.c2es.org/docUploads/climate101-captrade.pdf>.
39. International Carbon Action Partnership. Emissions Trading Worldwide: Status Report 2017. Berlin: ICAP; 2017.

40. Alamgir M, Salas EM, Turton SM, Pert PL. Ecosystem services: adaptation pathways and opportunities. In: Moran C, Turton SM, Hill R, editors. Adaptation Pathways and Opportunities for the Wet Tropics NRM Cluster Region. Cairns, Australia: CSIRO and James Cook University; 2014.
41. Organization for Economic Co-operation and Development. Climate and Carbon. Aligning prices and policies: OECD Publishing; 2013.
42. World Bank. State and trends of carbon pricing 2014. Washington DC: World Bank; 2014.
43. World Bank. Carbon Pricing Watch 2015. Washington, DC: World Bank; 2015.



CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS

# *Incidencia de indicadores de gestión financiera en la rentabilidad empresarial*

*(Brief history of climate change science and global  
political response: a context analysis)*

M. Puente<sup>(1)\*</sup>, I. Arias<sup>(2)</sup>, E. Calero<sup>(3)</sup>

(1) Coordinación de Admisión y Nivelación, Universidad Nacional de Chimborazo

(2) Facultad de Ciencias Políticas Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo

(3) Coordinación de Admisión y Nivelación, Universidad Nacional de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0983146501, e-mail: mariana.puente@unach.edu.ec (M, Puente)

## **RESUMEN**

En la actualidad los indicadores de gestión financiera son de relevante importancia, porque facilitan el análisis financiero de una empresa, determinando puntos fuertes y débiles que representa la base para generar decisiones pertinentes y eficientes, creando beneficios para la entidad, en este contexto la presente investigación ha buscado determinar si el manejo de indicadores de gestión financiera incide en la rentabilidad empresarial en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda, para lo cual se ha utilizado distintas herramientas financieras que han permitido definir dos escenarios comparables entre sí, y a través de herramientas estadísticas de comparación de medias se determinó la incidencia de indicadores de gestión financiera en la rentabilidad empresarial del caso de estudio

**Palabras claves:** *Indicadores, Gestión Financiera, Control Interno, Toma de Decisiones.*

## **ABSTRACT**

Nowadays financial management indicators are significant importance, because they facilitate the financial analysis of a company, determining strengths and weaknesses that represent the basis for timely and efficient decision making, generating benefits for the entity, in this context the This research has sought to determine whether the management of financial management indicators affects business profitability of the SAC Indigenous Savings and Credit Cooperative Ltda., for which it has used different financial tools that have allowed to define two scenarios comparable to each other and of statistical tools for comparing means was determined the incidence of financial management indicators in the business profitability of the study case

**Key words:** *Indicators, Financial Management, Internal Control, Decision Making.*

## **1. Introducción**

La gestión financiera en las empresas actuales se orienta al futuro de la organización, no solamente apuntando a la obtención de fondos y al estado de caja de la entidad, sino concertando factores como: la competencia, los avances tecnológicos, el entorno económico, las normas y regulaciones estatales, es así que la evolución de las finanzas ha generado repercusión sobre la

administración financiera empresarial no solamente al estudio descriptivo sino también incluye análisis riguroso y teorías normativas. En este contexto la importancia de la gestión o gerencia financiera se destaca por su objetivo al optimizar y multiplicar el dinero de manera eficiente con el fin de controlar todas las áreas de la organización.

En la actualidad la importancia del desempeño empresarial se enfoca en cómo medir el rendimiento y habilidades de gestión desde dos puntos de vista reveladores del rendimiento adecuado, el primero de estos se centra en un enfoque financiero representado por la inversión del propietario, en el cual se esperan ganancias e incremento del valor de la empresa y el segundo punto de vista se enfoca en un sistema socioeconómico que define relaciones internas y externas equilibradas siendo la piedra angular de la metodología del cuadro de mando integral (1). En teoría la gestión financiera está fundamentada en la administración efectiva de los recursos organizacionales, en este sentido la empresa puede gestionar tanto gastos como ingresos de forma adecuada para que la actividad empresarial se ejecute correctamente, generando relaciones durables y de calidad con inversionistas y adelantarse frente a los riesgos financieros.

En el ambiente globalizado y competitivo de las empresas u organizaciones, solamente sobreviven aquellas empresas que trabajan persistentemente y orientadas en suministrar más valor a su clientela por medio procesos eficientes, razón por la cual las organizaciones requieren objetivos estratégicos definidos, así como un sistema de medición de indicadores de gestión indispensables para este fin. Las bases fundamentales para el conocimiento del estado real de una empresa son medir y analizar, dichas acciones se llevan a cabo a través de indicadores de gestión que figuran parámetros que muestran la efectividad de las acciones ejecutadas y en este sentido tomar decisiones acertadas con miras al futuro.

En general las empresas independientemente del sector al que pertenezcan necesita establecer el impacto, consecuencia y retorno de cada acción realizada y llevada a cabo en ella, introduciendo de esta manera el control interno organizacional. En el **área** financiera este tipo de control se relaciona estrechamente con la economía y la contabilidad, que aportan una estructura para la toma de decisiones en espacios afines al análisis de riesgos, fijación de precios, análisis comparativo de rendimientos, por medio la gestión financiera se conceptúa un vínculo entre todas las áreas organizacionales, permitiendo la toma de decisiones que influyan en el desempeño del negocio. Además, las funciones del subsistema financiero de la empresa han cursado en el tiempo cambios paralelos a la evolución y desarrollo de la empresa en función de los avances científico en materia económica y técnica, razón por la cual las organizaciones requieren manejar indicadores como una herramienta para la toma de decisiones. A través de la presente investigación se busca evidenciar de manera teórica y práctica la incidencia del manejo de indicadores de gestión financiera en la rentabilidad empresarial de la cooperativa de ahorro y crédito Indígena SAC Ltda., aplicando un enfoque cuantitativo - cualitativo, con herramientas financieras centradas en el uso de indicadores de gestión financiera para entidades crediticias. El procedimiento de itinerarios o razones financieras se encamina en fijar la correspondencia existente entre distintas partidas contables de los estados financieros, es decir; el resultado de relacionar dos cuentas contables (2).

### *1.1. Indicadores de Gestión*

Un indicador de gestión simboliza el término cuantitativo de la conducta del desempeño de un proceso, cuyo resultado al ser cotejado con un nivel de referencia puede demostrar evi-

dencias de desviación, sobre las cuales se toman acciones preventivas o correctivas según corresponda (3). Los indicadores de gestión son parámetros irrefutables utilizados en la medición del éxito o cumplimiento de objetivos diseñados por una entidad u organización independientemente del tipo de la misma, estos forman parte clave de retroalimentación de un proceso, monitoreo de avance o ejecución de metas predefinidas, planes estratégicos, representan una unidad de medida gerencial, que permite evaluar el desempeño organizacional en función de metas, objetivos y responsabilidades.

Cada uno de los indicadores en las empresas son importante porque permiten computar cambios o transformaciones de condición o situación a través del tiempo, facilitan mirar los resultados de las iniciativas o acciones puestas en marcha, evalúan y dan seguimiento a las actividades desarrolladas en la empresa o a los procesos de la misma, intentan ser una guía para conseguir los objetivos esquematizados o establecidos. El cálculo de estos indicadores no se sustenta únicamente en la recolección de datos, sino en la toma de decisiones en el momento acertado considerando pertinencia, precisión, confiabilidad y economía. El concepto de indicadores de gestión, remonta su éxito al desarrollo de la filosofía de calidad total, creada en los Estados Unidos y aplicada acertadamente en Japón. Al principio su utilización fue orientada más como herramientas de control de los procesos operativos que como instrumentos de gestión que apoyaran la toma de decisiones, en consecuencia, establecer un sistema de indicadores debe involucrar tanto los procesos operativos como los administrativos en una organización, y derivarse de acuerdos de desempeño basados en la misión y los objetivos estratégicos.

Los indicadores de gestión constituyen un elemento ideal para avalar el desenvolvimiento de los planes o actividades empresariales, expansión de políticas corporativas, conforme a la necesidad de la organización; todo indicador debe estar relacionado con las metas empresariales, permitiendo concordar la búsqueda de objetivos tanto a corto como mediano plazo (4).

Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso que corresponda. Existen diferentes tipos de indicadores de gestión como se detalla a continuación:

- Indicadores de eficiencia: recursos invertidos frente a resultados alcanzados.
- Indicadores de eficacia: capacidad para el logro del trabajo.
- Indicadores de cumplimiento: consecución de labores o actividades.
- Indicadores de evaluación: su objetivo es analizar el rendimiento a partir de una tarea.

La medida de indicadores debe ajustarse a la eficiencia, eficacia y efectividad, identificando las necesidades de cada una de las áreas de la empresa u organización, razón por la cual los indicadores pueden ser globales e individuales, a continuación, se muestra el trayecto metodológico para el establecimiento de indicadores:

- Objetivo: exponer la estrategia a conseguir.
- Aclarar qué ambiciona obtener en realidad.
- Establecer variables que manifiesten los logros (Factores claves del éxito FCE)
- Indicadores de según a los FCE, en función de la orientación estratégica empresarial (5).

Los indicadores de gestión se expresan en función a dos principios básicos de gestión:

- Lo que no es medible no es administrable, razón por la cual todo indicador debe ser medible, debido a que permite cuantificar en términos o unidades el nivel o frecuencia de la cantidad.
- El control se ejerce a partir de datos y hechos, el indicador debe ser reconocido fácilmente por quien lo usa, así como tener control dentro de la estructura de la organización.

En este contexto se concluye que los indicadores de gestión representan instrumentos o herramientas que permiten a la organización o empresa aseverar un control de las acciones y un análisis pertinente sobre el cumplimiento de objetivos propuestos, además de ser la base para la toma de decisiones tomando en cuenta los puntos fuertes y débiles organizacionales, así como permiten determinar el comportamiento de la organización empresarial a través de una expresión cuantitativa afín con todas las áreas de la empresa, consiguiendo una comparación de resultados tanto con los objetivos como las metas establecidas.

### *1.2. Control Interno de indicadores y el direccionamiento estratégico*

Hoy en día el control interno ha sido diseñado como una herramienta para la consecución de objetivos, utilización eficiente de recursos, obtención de productividad además de prevención de fraudes, errores en la aplicación de principios y normas contables, financieras y tributarias. En gerencia o administración financiera, el control financiero se convierte en una variedad de herramienta enfocada a objetivos generales que avalen el cumplimiento de la normativa empresarial, así como la fiabilidad de datos e información financiera (6). En este contexto el control interno de una empresa busca asegurar el cumplimiento de objetivos y planes, se lo considera como la última etapa formal del proceso de gestión (7).

El control de la gestión enfoca sus esfuerzos y recursos para mejorar la productividad y calidad de los procesos empresariales a través de indicadores numéricos (8), una de las herramientas aplicables a este control es el cuadro de mando integral, el cual considera las diferentes perspectivas de la gestión expresada en indicadores, demostrando el desempeño global de la empresa y cada área (9). En la actualidad se establecen disímiles condiciones que influyen en el control de la gestión de la organización como:

- El entorno: dinámico, variante o completamente atípico.
- Los objetivos de la empresa: encaminados a la rentabilidad o rendimiento empresarial, crecimiento social y ambiental.
- Estructura de la organización: funcional o divisional
- Tamaño de la empresa: se enfoca a la centralización o descentralización para el proceso de toma de decisiones.
- Cultura organizacional: se enlaza con las relaciones entre el personal que labora dentro de la empresa (10).

En conclusión, el control de gestión realiza una investigación para un mejoramiento permanente fundamentado en indicadores de gestión, efectuando un estudio crítico a los factores claves de desempeño organizacional, con el propósito o fin de develar las deficiencias, enfocando esfuerzos para alcanzar metas y objetivos planificados.

### 1.3. *Cuadro de Mando Integral*

En literatura de la dirección y planificación estratégica el cuadro de mando integral nominado como *balanced score card* (BSC), se ha considerado como una de las herramientas más importantes en la gestión estratégica, el cuadro de mando integral (CMI) es una instrumento de gestión, que se aplica a nivel mundial debido a sus características de claridad, integridad y eficiencia con miras al éxito empresarial (11), el CMI permite convertir la estrategia y misión de una organización en un agregado de medidas o indicadores de desempeño (12), que informan tanto a usuarios como funcionarios, la forma en cómo progresa la entidad en la conquista de sus objetivos. Los creadores de esta herramienta son Norton y Kaplan, quienes establecen cuatro perspectivas de balance entre objetivos a corto y largo plazo, tomando en consideración factores internos como externos, mismos que contribuyen a un mejor rendimiento.

- **Perspectiva Financiera:** el beneficio de las inversiones es el elemento esencial y primordial, el Cuadro de Mando Integral define que la situación financiera de la empresa u organización no es más que la consecuencia de las medidas adoptadas en las tres perspectivas sobrantes.
- **Perspectiva del Cliente o usuario:** evalúa las relaciones existentes entre el bien o servicios ofertado y las expectativas del cliente que tiene sobre la entidad u organización.
- **Perspectiva de procesos internos:** caracterización de factores claves de la organización, se acomodan a las necesidades de los clientes, equiparando procesos enfocados al cumplimiento de la misión y establecimiento de objetivos que permitan garantizar la satisfacción.
- **Perspectiva de aprendizaje y crecimiento:** desarrolla objetivos e indicadores que inducen el aprendizaje y crecimiento de la organización, expresa el conocimiento y habilidades empresariales.

En este contexto cada perspectiva está conformada por indicadores y objetivos que deben guardar relación, ser consecuentes con la estrategia que se aplicada a la entidad con el fin de lograr una eficiencia empresarial y por consecuencia la sostenibilidad de la empresa. Estos indicadores y objetivos se relacionan en cadena; es decir, crean un modelo de causa y efecto sin perder equilibrio entre ellos.

### 1.4. *Control Interno*

El control interno es un proceso integral realizado por directivos, la administración principal de la empresa u otro personal de la entidad con el propósito de suministrar seguridad razonable en relación al logro de objetivos organizacionales como la eficiencia, eficacia en las operaciones, fiabilidad de información financiera, cumplimiento de normas y obligaciones, así como salvaguardar los activos de la entidad (13); el control interno se orienta a cumplir con el ordenamiento jurídico, técnico, administrativo que permite promover eficiencia y eficacia de tal manera que la organización pueda patrocinar medidas oportunas para corregir las deficiencias encontradas, dentro de sus objetivos se evidencia proteger activos y salvaguardar los bienes de la empresa, validar la confiabilidad de la información financiera, originar políticas administrativas, cumplir metas y objetivos proyectados (9)

Un adecuado control interno permite a toda organización aumentar las posibilidades de alcanzar objetivos establecidos con anterioridad, consiguiendo reducir la acumulación y

gestión real de las ganancias empresariales. En la gestión financiera, este tipo de control hace referencia a diferentes herramientas de gestión, encaminadas a objetivos y metas, garantizando el cumplimiento de la normativa que rige a la empresa sea en el ámbito público o privado. En este sentido el control interno se diseña con el fin de asegurar que todas las operaciones ejecutadas por la empresa cumplan con estándares básicos en las diferentes áreas o departamentos de la entidad como la protección frente al mal uso de recursos tanto financieros como humanos, el mantenimiento de registros contables fiables, los cuales permitan a la organización construir informes financieros y de gestión como herramienta oportuna para la toma de decisiones.

### 1.5. *Gestión Financiera*

Se entiende por finanzas a toda aquella actividad afín con el intercambio y manejo de capital (2), forman parte de la economía pues se relaciona con las distintas maneras de administrar el dinero en situaciones particulares y específicas. Las finanzas en la organización empresarial a través de los últimos tiempos han adquirido importancia relevante al enfocarse en la administración del recurso como una unidad de medida de valor y coordinación de actividades con el resto de áreas de la empresa (producción, comercialización, dirección). Gestionar los recursos financieros se traduce a la aplicación con eficiencia en oportunidades de negocios, que permitan maximizar los resultados de la rentabilidad empresarial y el valor de la empresa, esta gestión se fundamenta en información contable financiera real, cuyo análisis permite la toma de decisiones. Cabe mencionar que los procesos empresariales se dividen en funciones administrativas financieras, que dependen de la organización, estructura y procesos internos.

La gestión o administración financiera es una de las responsabilidades más importantes de los propietarios y gerentes de negocios (14-15), se debe considerar las posibles consecuencias de las decisiones de gestión sobre las utilidades o ganancias, el flujo de efectivo y la condición financiera de la empresa con miras a estabilizar la relación existente entre riesgo y rentabilidad (16), esta actividad financiera se realiza en una organización con miras de planificar, organizar, dirigir, controlar, monitorear y coordinar el manejo de todos los recursos financieros de la organización con el propósito de generar mayores beneficios o resultados en un contexto de efectividad, apoyando a la toma de decisiones financieras oportunas y de esta manera generar opciones de inversión empresarial. La actividad financiera comprende tres funciones básicas:

- Preparación y análisis de información financiera.
- Determinación de estructura de activos.
- Estudio del financiamiento de la empresa o estructura financiera (17)

En conclusión, la gestión financiera se dedica al análisis, decisiones y acciones relacionadas con los recursos financieros que son necesarios en el desarrollo de actividades de una organización, razón por la cual la función financiera mediante el planteamiento de necesidades de financiamiento externo, obtención de mejor financiamiento considerando el costo, plazo y condiciones de crédito, se puede decir que gestión financiera es una conducta que se encarga de establecer el valor y la toma de decisiones o decretos de asignación sobre recursos, incluyendo la manera de como adquirirlos, invertirlos y administrarlos, así como el control de dichos recursos. La estrategia financiera depende de la actitud empresarial frente a la rentabilidad y al riesgo (18). La importancia y la complejidad de la función financiera depende del tamaño de la empresa y su etapa de desarrollo, conforme crece el negocio las finanzas se tornan multidisciplinariamente e incluyen auditoría, presupuestos, tesorería, impuestos, proyectos, análisis financieros entre otros (19)

### 1.6. *Indicadores de Gestión Financiera*

Los indicadores de gestión financiera son populares entre investigadores y ampliamente utilizados como criterio de selección (20), aun cuando se orientan en situaciones pasadas que no capturan la dinámica futura y la perspectiva de la empresa en marcha, sin embargo, tienen un buen desempeño en los modelos que predicen dificultades financiera y probabilidades de incumplimiento (21,22).

La aplicación de herramientas y técnicas analíticas de los estados financieros en el análisis de indicadores financieros permite conseguir medidas y vínculos significativos para evaluar la situación económica financiera real de la empresa, además instaurar efectos futuros para la toma de decisiones (23-25). Las razones financieras son utilizadas para ponderar y evaluar el desempeño operativo de cualquier empresa. Este tipo de indicadores se enfoca en cuatro grupos (2) tomando en consideración la rentabilidad (mide la capacidad para generar rendimiento), utilización de activos (mide la rotación de los activos como cuentas por cobrar, inventarios y activos a largo plazo), liquidez (capacidad de la empresa para liquidar obligaciones a corto plazo a su vencimiento) y endeudamiento (permiten evaluar la posición general de deudas de la empresa en función de su activo y generación de utilidades), cada categoría se enfoca según el sector empresarial al cual corresponde la entidad, para el sector financiero cooperativista la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria establece los siguientes indicadores (27):

- Indicadores de Cumplimiento, dentro de los cuales se destaca límite de préstamos fiduciarios, concentración crediticia, reservas para préstamos incobrables, cobertura de depósitos, solvencia y límite de gastos de capacitaciones.
- Calidad de Activos: índice de morosidad mayor a 8 días, índice de morosidad mayor a 30 días e incobrabilidad.
- Solvencia: patrimonio comprometido por cartera en mora, patrimonio comprometido por créditos clasificados adversamente.
- Gestión administrativa – rendimientos y costos: margen de intermediación, eficiencia administrativa, rentabilidad sobre activos productivos, rentabilidad sobre activos netos promedio y rentabilidad patrimonial.

En conclusión, el análisis de indicadores o razones financieras permite realizar una comparación del desempeño de la empresa con otras del mismo sector, a través de este tipo de indicadores se mide la capacidad de la organización para generar un rendimiento adecuado sobre activos y capital contable.

### 1.7. *Toma de decisiones*

El proceso de toma de decisiones financieras de los negocios representa un aspecto relevante dentro de cualquier economía, expertos financieros especifican que la distribución financiera es necesaria para enfrentar los desafíos del entorno actual (28). Muchas entidades financieras carecen de una planificación, lo que representa una limitante a las posibilidades de supervivencia y crecimiento en el mercado, así como el no acceso a recursos financieros con costos, plazos y vencimientos óptimos.

Considerando que el proceso de toma de decisiones representa un conjunto de fases que las empresas utilizan como guía para incrementar la probabilidad de que sus decisiones sean

lógicas y oportunas (29), se establece como un factor importante en la evaluación, selección y asignación de recursos al gerente de la entidad, en este sentido la experiencia, los prejuicios o preferencias personales son elementos influyentes en las decisiones financieras (30). Dentro del proceso de toma de decisiones en primer lugar se define el problema, se establece una meta, se buscan alternativas, las cuales son evaluadas, una vez concluido el proceso de búsqueda se elige una alternativa de solución a implementarse, y por ende se realiza un seguimiento de esta.

La toma de decisiones en la gestión empresarial representa uno de los procesos de mayor relevancia al instante de establecer preguntas básicas y fundamentales en la economía moderna, donde rigen la mayor parte de estrategias de administración de empresas, al seleccionar diferentes alternativas las organizaciones empresariales buscan generar ventajas corporativas como guía de las operaciones de las organizaciones hacia el éxito empresarial (31). Las decisiones estratégicas buscan ventajas competitivas para la empresa, en este contexto se establece dos categorías de decisiones (32)

*Tabla 1. Tipo de decisiones.*

Decisiones programadas	Decisiones no programadas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solución de problemas recurrentes.</li> <li>- Enfrenta situaciones estructuradas.</li> <li>- Nivel jerárquico bajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solución a situaciones especiales.</li> <li>- Enfrentan situaciones poco estructuradas.</li> <li>- Nivel jerárquico superior</li> </ul>

Desde un punto de vista financiero las decisiones empresariales se enfocan en la dirección financiera, representando un nexo entre teoría y política financiera, con interacción al objetivo empresarial, evaluando estas decisiones en función de los objetivos financieros estratégicos (33). En este contexto se establecen interrogantes como:

- ¿Cuál debe ser la dimensión de la empresa y su ritmo de crecimiento?
- ¿Qué clase de activos presenta la empresa?
- ¿Cuál debe ser la composición del pasivo de la organización?

Estas interrogantes están vinculadas entre sí para determinar las posibilidades de financiamiento, facilidades de obtener recursos financieros, es así que toda empresa hace frente a tres categorías de decisiones financieras:

- Volumen y destino de sus inversiones: consisten en la colocación de capitales en inversiones que generen beneficios futuros esperados. Dentro de este tipo de decisiones se reflejan tres problemas importantes que son:
  - a. Localizar nuevas oportunidades de inversión.
  - b. Proyección o estimación de flujos de tesorería.
  - c. Establecimiento de regla o técnica de decisión de inversión.
- Volumen de sus dividendos: esta decisión se enfoca en determinar el volumen óptimo de distribución de beneficios relacionados con el valor de mercado.
- Volumen y origen de recursos a utilizar: determina los medios para financiar los recursos a ser utilizados sea con fondos propios o provenientes de terceros (endeudamiento), en este aspecto se debe considerar el cálculo de costo de financiamiento, estimación de contribución de métodos de financiamiento al riesgo de la empresa. Evaluación de ventajas y desventajas.

Cada una de estas decisiones deben valorarse según el grado o nivel de cumplimiento de los objetivos financieros de la empresa, las decisiones de inversión empresarial determinan la renta futura de la empresa (rentabilidad empresarial), la cual es influida por factores internos y externos (2) en el control de la dirección, así como por decisiones de producción.

### 1.8. Rentabilidad Empresarial

En el contexto de la teoría financiera económica la rentabilidad simboliza la maximización del ventura de la organización (19,34) derivada de sus actividades productivas y venta directa de su producción, los indicadores de ganancia o lucrativos se utilizan para medir la certidumbre de la gestión empresarial vigilando costos y gastos para convertir las ventas en utilidades (35), en otras palabras las razones de rentabilidad valoran la habilidad de la empresa u organización para forjar utilidades o beneficios en función de los recursos invertidos. En este sentido se establece que la rentabilidad es un componente primordial para el proceso de planeación, en la presente investigación se ha utilizado los siguientes hitos financieros:

- ROA (Return on Assets), representa el principal medidor de la rentabilidad, expresa la tasa de interés que generan los activos de la empresa (6), muestra la capacidad de generación de renta al ejercer la actividad económica de la organización como se muestra en la ecuación 1

$$ROA = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo Total}} \quad (1)$$

- ROE (Return on Equity), representa el beneficio económico derivado del capital de los accionistas, representa la relación existente entre la utilidad neta y el capital contable (35)

$$ROE = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Capital Contable}} \quad (2)$$

- Margen Bruto, a través de este indicador se puede conocer la rentabilidad de las ventas frente al costo de ventas y la capacidad de cobertura de gastos operativos (31)

$$ROE = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Capital Contable}} \quad (3)$$

La rentabilidad esperada en los últimos años se ha transformado en un medidor de acierto o fracaso organizacional, además de convertirse en un factor determinante al momento de buscar financiamiento de terceros.

## 2. Materiales y Métodos

La investigación descriptiva identifica y detalla las características esenciales del fenómeno en estudio, respondiendo a preguntas ¿Cómo es?, ¿Cuáles son? ¿Dónde están?, ente otras (36). El tipo de Investigación aplicada al caso de estudio es descriptivo, pues en su desarrollo se ha recolectado, medido y evaluado datos de las variables y dimensiones del fenómeno a investigar. Con el fin de evaluar la incidencia de los indicadores de gestión financiera en la rentabilidad empresarial y al ser una investigación del campo financiero y económico con un enfoque cuantitativo - cualitativo, debido a que los resultados obtenidos se cuantifican con parámetros numéricos, además de los diferentes análisis aplicados.

Se aplicó el método inductivo, por medio del cual se pudo conocer los componentes de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda., aplicando fundamentos teóricos de análisis financiero que permiten construir los indicadores de gestión, la aplicación del método deductivo permitió definir qué indicadores de gestión son adecuados para la entidad financiera, con el fin de que se mitigue el riesgo crediticio y se tome decisiones de manera oportuna. A través del análisis financiero se generó una perspectiva real de la situación financiera de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda., de la ciudad de Ambato., con la proyección de los estados financieros se crea dos escenarios antes del manejo de indicadores de gestión financiera y con el manejo de dichos indicadores.

El software SPSS versión 23 permitió comprobar la hipótesis planteada que el manejo de los indicadores de gestión financiera influye en la rentabilidad empresarial, además con la metodología del CMI se genera el mapa estratégico, así como los objetivos estratégicos planteados para el caso de estudio, se realiza una comparación con otras investigaciones relacionadas al caso de estudio.

### 3. Resultados y Discusión

Los principales resultados obtenidos de la investigación se muestran a continuación:

En la tabla 2, se procedió a determinar los indicadores históricos en función de la información obtenida de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda, de los períodos 2016 y 2017 y se realizó una comparación con los lineamientos de indicadores financieros de las cooperativas del segmento 2, bajo control de la superintendencia de economía popular y solidaria.

*Tabla 2. Indicadores de Gestión Históricos.*

INDICADORES	2016		2017	
	Cooperativa	SEGMENTO 2	Cooperativa	SISTEMA
<b>CALIDAD DE ACTIVOS</b>				
Activos Productivos/Total de Activos	26.26	10.53	15.76	8.54
<b>RIESGO CREDITICIO</b>				
Morosidad	26.30	10.11	16.80	6.44
<b>RENTABILIDAD</b>				
Rendimiento sobre patrimonio	0.14	0.27	0.80	3.21
Rendimiento sobre activo	0.02	0.04	0.06	0.48
<b>INTERMEDIACIÓN FINANCIERA</b>				
Cartera bruta / (depósitos a la vista + depósitos a plazo)	96.47	107.11	94	106.80
<b>EFICIENCIA ADMINISTRATIVA</b>				
Gastos de Operación/Margen Financiero	207.48	112.01	120.42	99.83
Gastos de Operación/Activo Promedio	4.01	3.36	3.41	3.37
<b>LIQUIDEZ</b>				
Fondos Disponibles/Depósitos a corto plazo	17.09	23.71	20.32	21.60

Con los resultados obtenidos en la tabla 2, se evaluó la calidad de activos, que mide la habilidad para controlar, administrar y reconocer el riesgo inherente en las operaciones que ejecuta la entidad financiera, es así que se evidencia un decrecimiento del indicador del 26.26% al 15.76, sin embargo, se mantiene dentro de los rangos o niveles establecidos por el ente de control, el riesgo crediticio muestra el porcentaje de incumplimiento de pago, la Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda, tiene niveles que superan al rango que maneja el segmento dos, evidenciando un nivel de morosidad que afecta directamente a la rentabilidad de la empresa como se evidencia en el cálculo de indicadores de rendimiento sobre el patrimonio (ROE) y rendimiento sobre el activo (ROA), además de probar un manejo nulo de indicadores de gestión que permitan tomar decisiones acertadas. Los niveles de intermediación financiera no representan ni siquiera el 100% de sus recursos disponibles, por lo cual se concluye en función de los resultados obtenidos que existe ineficiencia operativa.

Una vez analizados los indicadores históricos, se establecen objetivos estratégicos, con el fin de generar una cultura de manejo de indicadores de gestión financiera, en la tabla 3 se muestran la matriz de objetivos estratégicos propuestos, basados en la metodología del Cuadro de Mando Integral (CMI).

*Tabla 3. Matriz Objetivos Estratégicos.*

Perspectiva	Objetivo	Indicador
Financiera	Aumentar niveles de rentabilidad	ROA ROE
Financiera	Disminuir niveles de morosidad	Morosidad Total
Financiera	Fortalecer la administración del riesgo Integral	Intermediación Financiera Calidad de Activos
Financiera	Maximizar fuentes de fondeo	Saldos promedio en cuentas de ahorro.
Clientes	Mejorar la satisfacción del cliente (socio)	Índice de satisfacción del cliente
Procesos Internos	Gestionar el desarrollo y capacitación del talento humano	Capacitación

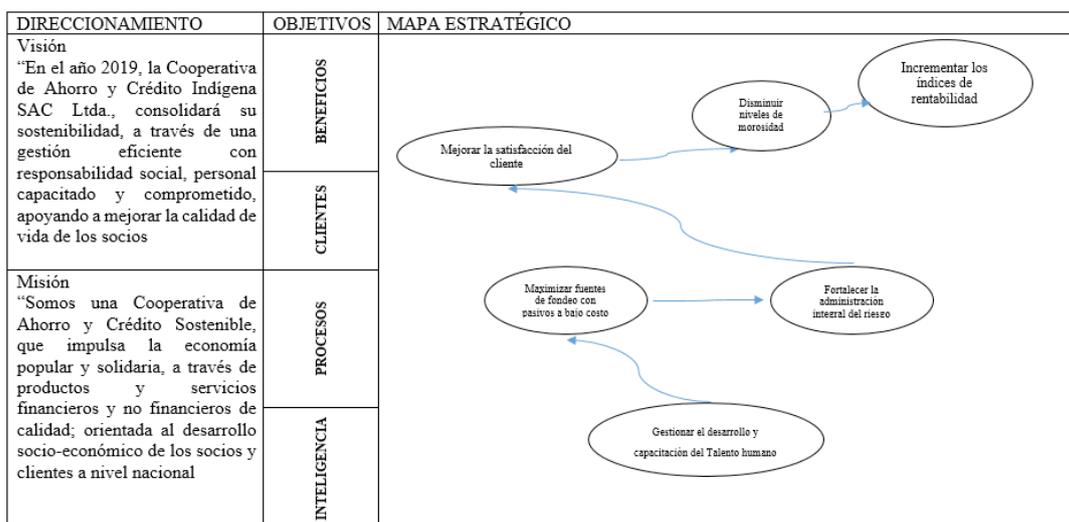


Fig. 1. Mapa Estratégico propuesto Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda.  
 Fuente: Análisis Situacional Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda.

Definidos los objetivos estratégicos, se establecieron las metas de los indicadores, en este contexto se proyectó los mismos que se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Indicadores de Gestión Financiera Proyectados.

INDICADORES	Año 1	Año 2	Año 3
<b>CALIDAD DE ACTIVOS</b>			
Activos Productivos/Total de Activos	80.25	84.24	85.20
<b>RIESGO CREDITICIO</b>			
Morosidad	16.70	15.80	13.44
<b>RENTABILIDAD</b>			
Rendimiento sobre patrimonio	0.20	0.30	0.80
Rendimiento sobre activo	0.01	0.05	0.07
<b>INTERMEDIACIÓN FINANCIERA</b>			
Cartera bruta / (depósitos a la vista + depósitos a plazo)	93.47	94	96.80
<b>EFICIENCIA ADMINISTRATIVA</b>			
Gastos de Operación/Margen Financiero	137.06	110.42	99.83
Gastos de Operación/Activo Promedio	3.91	3.55	3.07
<b>LIQUIDEZ</b>			
Fondos Disponibles/Depósitos a corto plazo	20.32	21.6	23.20

Una vez establecidos los indicadores que la Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda., debe utilizar se define una matriz propuesta para el control de dichos indicadores, que sirve de herramienta para la toma de decisiones oportunas, como se muestra en la tabla

Tabla 5. Matriz de Control de Indicadores.

Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda						
INDICADOR	FÓRMULA DE CÁLCULO	VALOR	NIVEL DE ACEPTACIÓN	META	FRECUENCIA	RESPONSABLE Y FECHA DE REPORTE

Desde un punto de vista estadístico se utilizó la prueba t de student para muestras relacionadas, la hipótesis trazada reside en establecer si el manejo de indicadores de gestión ha influido en la rentabilidad empresarial de la entidad caso de estudio, en este sentido la variable numérica son los datos de los indicadores de gestión financiera históricos y los indicadores de gestión financiera proyectados (variable aleatoria), el factor determinante la rentabilidad empresarial. Según la teoría estadística se efectuó el cálculo de p – valor con el propósito o fin de determinar el cumplimiento o no de la hipótesis planteada en la investigación, para lo cual se efectuó una correlación de muestras emparejadas como se evidencia en la tabla 6, existiendo una correlación de 0.770, es decir existe una correlación positiva entre los datos.

Tabla 6. Correlaciones de muestras emparejadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	HISTÓRICO & PROYECTADO	6	.770	.128

En la tabla 7, se muestran los resultados derivados de la prueba de hipótesis, con la aplicación de la prueba t de student para muestras relacionadas, considerando los escenarios histórico y proyectado. El p – valor es de 0.04, dicho valor es menor que el nivel de significación de 0.05, en este caso se refuta la hipótesis nula, procediendo a admitir la hipótesis alternativa, pues existe una discrepancia significativa entre ambos escenarios, probando un aumento de la rentabilidad empresarial al manipular indicadores de gestión financiera, para la presente investigación el valor de t es de 5.81, al comparar con el valor tabulado 2.0150, se confirma que el manejo de indicadores financieros incide directamente en la rentabilidad de la entidad caso de estudio.

Tabla 7. Prueba de muestras emparejadas.

	Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)	
			Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	HISTÓRICO PROYECTADO	.33200	.12775	.05713	.49062	.17338	5.811	5	.004

En investigaciones similares a la investigación planteada se presentan las siguientes relaciones como se evidencia en la tabla 8:

Tabla 8. Relación con otras investigaciones relevantes.

AUTOR	ENTIDAD	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Solis, Daysi (2015)	Imprenta Indufraf Riobamba	Incremento rendimiento sobre activo (ROA) del 13.79 (Año 1), al 14.96 (Año 5) Incremento rendimiento sobre patrimonio (ROE) del 3.48 (Año 1), al 28.73 (Año 5)	Los indicadores de gestión financiera representan un pilar fundamental en la toma de decisiones coordinada entre la administración y las áreas operativas de la empresa
Torres Nancy (2015)	Empresa de Rotulación Chimborazo	Incremento rendimiento sobre activo ROA del 0.48% (Año 1), al 3.38% (Año 2) Incremento rendimiento sobre patrimonio ROE del 1.22% (Año 1), al 4.6% (Año 2)	El manejo de la gestión financiera en las actividades de cualquier empresa, mejoran la rentabilidad de la misma
Puente Mariana & Andrade Francisco (2016)	Agrotécnica	Incremento rendimiento sobre activo ROA del 2.22% (Año 1), al 14.4% (Año 5) Incremento rendimiento sobre patrimonio ROE del 1.49% (Año 1), al 4.6% (Año 2)	La planeación financiera a través de indicadores permite optimizar el manejo de recursos en una empresa

Santillán Glenda (2018)	Banco Internacional Sucursal Riobamba	Incremento rendimiento sobre activo ROA del 0.97% (Año 1), al 1.50% (Año 5) Incremento rendimiento sobre patrimonio ROE del 11.72% (Año 1), al 16.50% (Año 2)	Las estrategias financieras permiten crear indicadores de gestión, los mismos que repercuten en la rentabilidad empresarial
Puente Mariana, Arias Iván & Calero Estefanía (2019)	Cooperativa de Ahorro y Crédito Indígena SAC Ltda.	Incremento rendimiento sobre activo ROA del 1% (Año 1), al 7% (Año 3) Incremento rendimiento sobre patrimonio ROE del 0.20% (Año 1), al 0.80% (Año 3)	El manejo y control de indicadores influye directamente en la rentabilidad empresarial

#### 4. Conclusiones

Se concluye que el manejo de indicadores de gestión, representa una herramienta para la consecución de metas de cualquier tipo de organización, pues en el caso de estudio se determinó falencias importantes en el manejo financiero de la entidad crediticia, que no solamente afecta a la estructura financiera sino a la rentabilidad empresarial.

A través del método estadístico (prueba t de student) se concluye que el manejo de indicadores de gestión financiera influye directamente en la rentabilidad empresarial.

Al comparar los datos obtenidos con investigaciones relevantes al tema, se evidencia que en dichas investigaciones el manejo de la gestión financiera a través de indicadores muestra una relación directa con la rentabilidad empresarial.

En el contexto investigativo se destaca la importancia de la gestión financiera en la empresa, pues se convierte en una herramienta útil y funcional para la toma de decisiones en base a datos reales (históricos), que permiten generar escenarios futuros, alineados a la visión y misión organizacional, además es una herramienta efectiva para mantener el equilibrio orientado a la estrategia financiera.

#### Conflicto de Intereses

No existen intereses particulares de parte de los autores que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

#### Bibliografía

1. Gallo, P., MIHALČOVÁ, B., Timkova, V., & TOMČÍKOVÁ, L. (2018). Importance of Financial and Non-financial Indicators in Companies with the Balanced Scorecard Concept. *Quality-Access to Success*, 19(165), 34-38.
2. Puente, M., Viñan, J., & Aguilar, J. *Planeación Financiera y Presupuestaria*. Riobamba, Ecuador: Editorial ESPOCH; 2017
3. Sánchez, J. (2013). *Indicadores de gestión empresarial*. JR Sánchez Martorelli, *Indicadores de gestión empresarial*. (págs. 13-16). Estados Unidos: Copyright.

4. Hourneaux Jr, F., Carneiro-da-Cunha, J. A., & Corrêa, H. L. (2017). Performance measurement and management systems: different usages in Brazilian manufacturing companies. *Managerial Auditing Journal*, 32(2), 148-166.
5. Paredes, A. (2009). *Certificación Internacional de Especialistas en Gestión por Procesos*. Seminario de Consultores de Desarrollo Organizacional y Recursos Humanos.
6. Puente, M., Calero, E. & Arias, I. Incidencia de la diversificación de la cartera de productos en la planeación financiera V Congreso Internacional De Ciencia Tecnología, Emprendimiento e Innovación Sectei 2018. Junio 2018; Riobamba - Ecuador
7. Carballo, J. *Control de gestión empresarial*. 8va ed. Madrid: Esic Editorial; 2013
8. Rubio Domínguez, P. (2017). *Introducción a la gestión empresarial, fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas*.
9. Fernandes, A. I. R. (2018). *Culturas organizativas, Cuadro de Mando Integral y performance empresarial en las Pequeñas y Medianas Empresas del norte de Portugal (Doctoral dissertation)*.
10. Quispe-Otacoma, A. L., Padilla-Martínez, M. P., Telot-González, J. A., & Nogueira-Rivera, D. (2018). Sistema de información gerencial para las cajas solidarias de Ecuador. *Ingeniería Industrial*, 39(1), 67-77.
11. Vázquez, J. M. S., Elorza, M. L. V., & Pinzón, P. A. (2016). Balanced scorecard para emprendedores: desde el modelo canvas al cuadro de mando integral. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 24(1), 2.
12. AKKERMANS, Henk A.; VAN OORSCHOT, Kim E. Relevance assumed: a case study of balanced scorecard development using system dynamics. En *System Dynamics*. Palgrave Macmillan, London, 2018. p. 107-132.
13. Mantilla, M. B. (2016). *Auditoría del control interno*. Ecoe Ediciones.
14. Barr, M. J., & McClellan, G. S. (2018). *Budgets and financial management in higher education*. John Wiley & Sons.
15. Puente, M., Solís, D., Guerra, C., & Carrasco, V. *Relación Entre La Gestión Financiera Y La Rentabilidad Empresarial*. *Revista Contribuciones a la Economía*, 120-153. En línea: <http://www.eumed.net/cc/2017/2/gestion-rentabilidad.html>
16. Song, H., Zhao, C., & Zeng, J. (2017). Can environmental management improve financial performance: An empirical study of A-shares listed companies in China. *Journal of cleaner production*, 141, 1051-1056.
17. Puente, M. (2017) *Planeación Financiera y La Gestión Empresarial*. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador.[Internet]. 2017 [citado 04 enero 2019]. Disponible en: <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/gestionempresarial.html>.
18. Arias, I. *Análisis Financiero para cooperativas de ahorro y crédito caso de estudio*. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador [Internet]. 2017 [citado 04 enero 2019]. Disponible en: <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/cooperativas-ahorro-credito.html>
19. Puente, M., Andade, F. (2016). *Relación entre la diversificación de productos y la rentabilidad empresarial*. *Revista de Ciencia UNEMI*. Vo9 pg.- 73 - 80
20. Altman, E, Iwanicz-Drozdowska, M., Laitenen, E. Suvas (2017). *Financial Distress Prediction in an International Context: a Review and Empirical Analysis of Altman's Z-Score Model*. *Journal of International Financial Management & Accounting*, 28(2), 131-171.

21. Pozzoli, M., & Paolone, F. (2017). *Corporate Financial Distress: A Study of the Italian Manufacturing Industry*. Springer.
22. Villarroel, E. *Planeación y estrategia financiera*. Cochabamba (2013)
23. Dubauskas, G. (2016) The Management of public finance literacy for sustainable economical environment. *Journal of Security & Sustainability Issues*, 5(3).
24. Ross, S., Westerfield, J., Jaffe, J. *Fundamentos de Administración Financiera*. 9na ed. México: McGraw-Hill (2012)
25. Pérez, Y., Collado, N., Rizo, M., Borges, Y. (2017). *Administración financiera del capital de trabajo en la empresa mixta*. Havana Club Internacional S.A. Contaduría. Universidad de Antioquia, (68), 255-285
26. Román, C. *Fundamentos de Administración Financiera*. México: McGraw-Hill (2012)
27. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria [Página principal en Internet]. SEPS; 2018 [actualizada en abril 2017; acceso 04 enero 2019]. [aprox 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.seps.gob.ec/documents/20181/594508/NOTA+TE%CC%81CNICA+PARA+PUBLICAR+-FICHA+METODOLOGICAS+DE+INDICADORES.pdf/a71e5ed1-7fae-4013-a78d-425243db4cfa>
28. Angulo, B. U., Izquierdo, A. B., Goldaracena, F. I., Pemán, M. J. U., & Garro, J. J. V. (2016). Variables asociadas a la toma de decisiones éticas: una propuesta para las organizaciones de intervención social. *Revista internacional de los estudios vascos= Eusko ikaskuntzen nazioarteko aldizkaria= Revue internationale des études basques= International journal on Basque studies*, RIEV, 61(1), 127-157.
29. Puente, M, Gaviláñez, O. *Programación Lineal para la toma de decisiones*. Riobamba: Editorial La Caracila.
30. Franco, M. A. (2017). Finanzas y educación financiera en las empresas familiares Pymes. *Sinapsis*, 8(1), 99-118.
31. Vilorio, J. B., Beltrán, J. O., & Castillo, A. E. (2016). Proceso de toma de decisiones en las cooperativas de ahorro y crédito de Barranquilla. *Revista Visión Contable*, 14(14), 105
32. Chiavenato, I., & Sapiro, A. (2017). *Planeación estratégica*. McGraw-Hill Interamericana.
33. Corvoba, P. *Gestión Financiera*. 2ª ed. Bogotá: Ecoediciones 2006.
34. Carmona, D., Chaves, J. (2015). Factoring: una alternativa de financiamiento como herramienta de apoyo para las empresas de transporte de carga terrestre en Bogotá. *Revista Finanzas y Política Económica*, 7 (1).
35. Illés, C., Huerta, H., Dunay, A. (2015) Efficiency and profitability along the lifecycle stages of small enterprises. *International Journal of Management and Enterprise Developments*. 14 (1), pág. 56-69
36. Carrasco, S (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.

## ***Comercialización, consumo y valor nutricional de la comida rápida, en los estudiantes universitarios, caso: carrera de agroindustria de la facultad de ciencias pecuarias***

*(Marketing, consumption and nutritional value of rapid food, in university students, case: career of agroindustries of the faculty of animal ground sciences)*

M. Bravo<sup>(1)</sup>, J. López<sup>(2)</sup>, L. Velasco<sup>(3)</sup>, M. Miranda<sup>(4)</sup>

(1) Carrera de Agroindustria, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Carrera de Administración de Empresas, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(3) Carrera de Agroindustria, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(4) Carrera de Agroindustria, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

### **RESUMEN**

Se considera comida rápida a toda clase de comida preparada de manera rápida, cómoda y por lo general barata y de amplia comercialización. El presente artículo contribuye con definiciones, características, ventajas y desventajas del producto, así como sus consecuencias en la salud en las personas. El objetivo fue identificar cual es la comida rápida de mayor consumo y a partir de este obtuvo el valor nutricional de la comida rápida que resultó consumida en mayor cantidad, así como también se conocieron cuáles son los factores que influyen en su consumo. La metodología que se empleó fue el enfoque cuantitativo y cualitativo, se aplicó encuestas a los estudiantes de Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, periodo académico abril – agosto 2018, también se analizó los productos de mayor consumo en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias. El resultado obtenido demostró un alto porcentaje de estudiantes que consumen comida rápida a pesar de estar conscientes que es de mala calidad y que afecta a la salud.

**Palabras claves:** *Comercialización, comida rápida, valor nutricional, impacto.*

### **ABSTRACT**

It is considered fast food to all kinds of food prepared in a fast, comfortable way and in general cheap and of extensive marketing. The present article contributes with definitions, characteristics, advantages and disadvantages of this product, such as its consequences related to people's health. The aim was to identify which is the most consumed fast food and obtained its nutritional value that turns out to be mainly eaten, as well as knowing which are the factors that influence on its consumption. The methodology used is the quantitative and qualitative approach, surveys were applied to 108 students of the Career of Agroindustries of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, during the academic period April - August, 2018, also the most consumed food were analyzed in the laboratory of the Animal Ground Sciences Faculty. Obtained results demonstrate a high percentage of students who consume fast food in spite of being conscious about its poor quality and health issues.

**Keywords:** *Marketing, fast food, nutritional value, Impact.*

## **1. Introducción**

### *1.1. Antecedentes del consumo y comercialización de la comida rápida*

En 1940 en Estados Unidos se hace muy popular servir comidas sin necesidad de salir de un coche, en New York se abre el primer automat, un local que ofrecía comida detrás de una ventana de vidrio y una ranura para pagar con monedas. El sistema ya existía antes en Berlín y en algunas ciudades de Estados Unidos como Filadelfia. La firma popularizó la comida para llevar bajo el eslogan „menos trabajo para mamá“ (1).

Según National Geography la comida rápida empezó en 1948 cuando dos hermanos de apellido McDonald's (Rick y Mac) introdujeron un restaurant denominado “drive-in” que consistía en llevar la comida a los autos en las afueras de este, pero no se quedaron conformes ya que con el paso de los años innovaron su negocio, se introdujo un sistema de producción en cadena, llamado “Speedee Service System”, de manera que los empleados sólo tuvieran que intervenir en contadas ocasiones en el producto final (2). Con estos antecedentes comienza a hacerse cada vez más popular y de fácil acceso para los consumidores, por lo tanto, a incrementar su comercialización.

Se considera comida rápida a toda clase de comida preparada de manera rápida, cómoda y por lo general barata (3). La comida rápida se refiere a un establecimiento donde primero se paga el consumo antes de que se sirva y donde no hay meseros. Sin embargo, las modalidades de servicio y de alimento de la comida rápida se pueden dividir en varias categorías: Para llevar, en el mismo restaurante o a domicilio (4).

La comida rápida ha sido y sigue siendo un éxito internacional, avanzando a países subdesarrollados ampliando masivamente la existencia de los fast food. Su triunfo radica en la rapidez del servicio, y por otro lado en los bajos precios y la flexibilidad de horarios. Estas son las razones que llevan a las personas a frecuentar los establecimientos de comida rápida: la falta de tiempo y de poder monetario, además de que a casi cualquier hora del día se encuentran abiertos (5).

La comida chatarra es una denominación del argot para los alimentos con valor nutricional limitado, por lo general, ofrece poco en términos de proteínas, vitaminas o minerales en cambio aportan una gran cantidad de calorías de azúcar o grasa, lo que se ha denominado con el término “calorías vacías”. Considera que los fritos son algunos de los principales alimentos considerados como comida chatarra (6). No se usa masivamente el término chatarra para evitar su disminución de consumo, por lo que la palabra más utilizada es comida rápida, construyendo una imagen positiva y atractiva hacia los consumidores.

Esta comida rápida va dirigida a toda la población, pero sobre todo a la población con un ritmo de vida acelerado, que manejan rangos de tiempo muy cortos para el consumo de alimentos, y es así que debido al ritmo de vida que llevan estudiantes universitarios, es poco común que se coma en casa y mucho menos se preparen los alimentos de manera apropiada. Una de las razones del porqué la comida chatarra es tan popular es debido a su bajo costo. Es decir, uno puede ir a cualquier restaurante de comida rápida y ordenar, con poco dinero, un menú que saciará el hambre por un par de horas. Contrariamente, los alimentos saludables, como las frutas frescas y vegetales, tienden a ser más costosas (7).

Los productos de fast food se pueden clasificar en dos grupos: los de influencia y características anglosajonas, como hamburguesas, salchichas y patatas fritas acompañadas de salsas diversas (mayonesa, mostaza, ketchup...), y los de procedencia mediterránea, como pizzas, bocadillos, tapas y kebabs (pinchos de carne adobada de origen árabe envueltos en pan de pita y acompañados de vegetales y salsas de yogur). Por sus características nutricionales, la comida rápida de estilo mediterráneo o árabe se puede considerar más saludable que la de estilo sajón (8).

#### Ventajas de la comida rápida:

- Entre las mayores ventajas que aporta el consumo de comida rápida está el ahorro de tiempo, ya que al comer en un restaurante fast food no se tiene que cocinar, además muchos de estos restaurantes ofrecen la posibilidad de llevar la comida al propio domicilio, por lo que la comodidad se incrementa (9).
- Aporta el consumo de comida rápida el ahorro de tiempo, ya que al comer en un restaurante fast food no se tiene que cocinar; además muchos de estos restaurantes ofrecen la posibilidad de llevar la comida al propio domicilio, por lo que la comodidad se incrementa (10).
- Por lo general tienen buen sabor, son baratas, se pueden comer estando de pie, no hay que lavar platos (11).
- Poseen alto contenido de calorías que dan energía al cuerpo. Además, provee hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales (12).

#### Desventajas de la comida rápida:

- La energía proviene de grasas saturadas y azúcares que, en exceso, son perjudiciales para la salud y carecen de otros nutrientes esenciales (13).
- Un estudio publicado en 2012 en “The American Journal of Clinical Nutrition” encontró que el consumo regular de comida chatarra de alta densidad energética disminuye la saciedad sensorial específica, haciendo que comas más de ese alimento. Si comes demasiado consistentemente, especialmente comida chatarra, esto puede conducir al aumento de peso y la obesidad (14).

La comercialización de estos productos es un factor que contribuye al sobrepeso y obesidad, pero son los medios de comunicación quienes juegan un papel importante en la percepción y aceptación de diferentes comidas rápidas con un atractivo que llama la atención, estas se presentan a la población y siguiendo con algunas promociones que cautivan a todos los sectores a niños, adolescentes, jóvenes, adultos, logrando su adquisición, sin necesidad que estén en su consumo habitual.

Actualmente el sector estudiantil, representado por los jóvenes, son el grupo de mayor riesgo a sufrir enfermedades transmisibles, infecciones por la inadecuada manipulación, o no poca cocción o no cocción a término. Entre las principales se conoce a nivel mundial el consumo de comidas como hamburguesas, salchipapas, papas fritas, pollo frito, chocolates golosinas, pizza, entre otras, son de fácil consumo por su portabilidad. Y se está creando un hábito, favoreciendo al incremento de peso en base a un aumento de reserva energética con altas consecuencias en jóvenes y las consecuencias incluso académicas (15).

## Consecuencias para la salud por el consumo de comida rápida:

Según la nutricionista Francisca Cifuentes, explica que el consumo de este tipo de alimentos está relacionado con enfermedades como el sobrepeso, obesidad, diabetes, problemas cardiovasculares, presión alta y también se elevan los niveles de colesterol y triglicéridos; además manifiesta que este consumo es más visible en el periodo de la universidad ya que la falta de tiempo y un cambio en los hábitos alimenticios hace que las personas opten por consumir estos alimentos (16).

Además, se conocen también problemas como:

- **Enfermedades del corazón:** Es una de las afecciones más comunes a causa del consumo de comida rápida. Grandes cantidades de grasa corporal suelen dar lugar a mayores niveles de colesterol LDL y niveles bajos de HDL. Ambos factores pueden aumentar el riesgo de enfermedades cardíacas, una de las principales causas de muerte en el mundo (17).
- **Problemas digestivos:** Causa el reflujo o síndrome de colon irritable, ya que este tipo de alimentos se fríen. El aceite en la comida se deposita en las paredes del estómago y aumenta la producción de ácido, lo que irrita el estómago y agrava el reflujo y la digestión (18).
- **Muerte:** Investigadores de la School of Public Health encontraron que las personas que consumen comida chatarra, incluso una vez a la semana, aumenta 20% el riesgo de morir por enfermedades coronarias (19).

La última Encuesta Nacional de la Situación Nutricional realizado en Colombia, elaborada por la Organización Mundial de la Salud en 2010, uno de cada tres jóvenes, entre 18 y 24 años, no come frutas diariamente y 5 de cada 7, no consume verduras. Por otra parte, el estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en Chile, analiza la relación de los hábitos alimenticios, la actividad física y el nivel socioeconómico en estudiantes universitarios, demostrando que esta población es vulnerable a una mala nutrición porque no consume merienda, no desayuna, ayuna por largas horas, prefiere las comidas rápidas y no realiza ningún tipo de actividad física (20).

Una investigación de estudiantes de Medicina del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) reveló que 65% de los jóvenes que realizan estudios universitarios consume comida rápida de manera excesiva. El complejo horario de clases de los jóvenes universitarios es una de las principales razones que los lleva a consumir comidas rápidas; de acuerdo a los resultados, un 65% de los estudiantes se encontraba en sobrepeso según su índice de Masa Corporal; y solamente un 20% estaba dentro de los valores óptimos recomendables según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sobre la frecuencia en el consumo de estos alimentos, la investigación arrojó que 19 de los consultados, un 35% de la muestra, consume comida rápida entre 1 y 2 veces por semana; seguidos por un 30%, es decir 18 casos, que consume este tipo de comida 3 ó 4 veces por semana, luego un 16.67% que equivale a 10 estudiantes, quienes dijeron consumir comida rápida alrededor de 5 a 6 veces a la semana y entre los que consumen comida rápida más de 6 veces por semana se encuentran 11 estudiantes, lo cual equivale a un 18.33% (21).

## 2. Metodología

Esta investigación de diagnóstico utilizó un método inductivo-deductivo y semi experi-

mental, los datos obtenidos se sometieron a un análisis descriptivo donde se contempló medidas de tendencia central y de dispersión; se analizó variables como: Componente social, comercialización, nivel de consumo y valor nutricional de la comida rápida.

### 2.1. Descripción y contexto de los participantes

La encuesta planteada se aplicó en una universidad de la provincia de Chimborazo, a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Pecuarias, a 800 estudiantes como caso práctico de estudio como base hacia las demás universidades interesadas en este tipo de estudio.

### 2.2. Instrumento:

El instrumento aplicado fue el cuestionario estructurado con 12 preguntas cerradas. En el laboratorio para determinar los componentes de la comida rápida más consumida (papas fritas) se utilizó materiales como vaso de precipitación, bandejas, crisol, capuchón de celulosa, estufa de secador, mufla y máquina extractora de grasa para las papas fritas.

### 2.3. Procedimiento:

La encuesta se realizó de una forma denominada “por bloques”, es decir, a quienes se les aplicará la encuesta serán los estudiantes de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Se planificó aplicar en la jornada matutina a los estudiantes de tercero a noveno semestre y en la jornada vespertina a los estudiantes de primer y segundo semestre.

## 3. Desarrollo y Discusión

En la investigación se determinó que el 53.7% de la población objeto de estudio, consume en mayor cantidad comida rápida, siendo este porcentaje representado por los hombres de la Facultad de Ciencias Pecuarias, mientras que las mujeres representan el 46,3%; se determinó que el 75.92% de los encuestados comprenden el rango de edad de 18 a 20 años, siendo el 74.07% de la población total encuestada quienes consumen comida rápida.

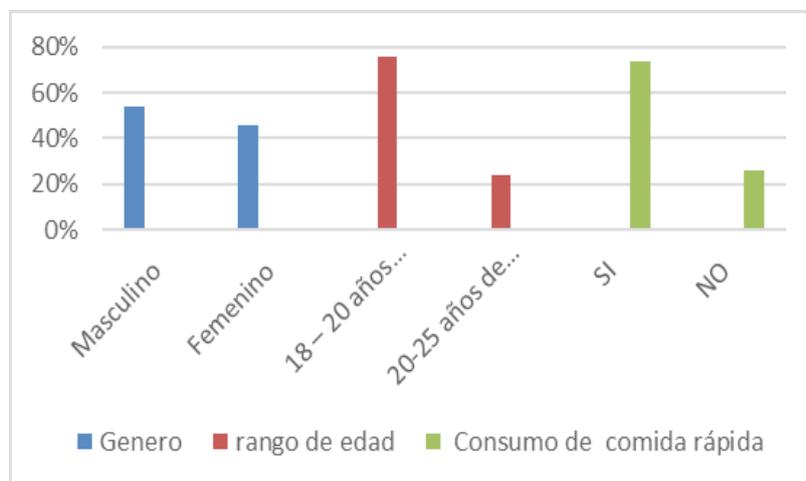


Fig. 1. Tipos de consumidores.

La investigación nos permitió conocer que el 45.37% de la población consumen rara vez esta comida, pero también el 35.18% la consumen usualmente. Se obtuvo como resultado que el alimento consumido en mayor cantidad por los estudiantes son las papas fritas con un 60.18%, observando que las razones principales por las que se consumen esta comida son por falta de tiempo (77.7%) y por su sabor (34.25%).

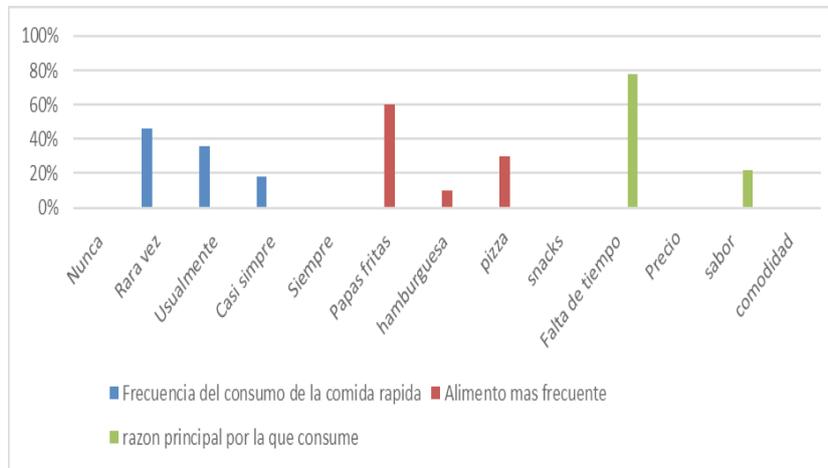


Fig. 2. Nivel de consumo.

El 60.18% hace de la comida rápida su almuerzo, adquiriendo la mayoría en puestos de comida (65.74%). El 66.66% de los estudiantes consideran que no hay las adecuadas normas de higiene al momento de preparar esta comida.

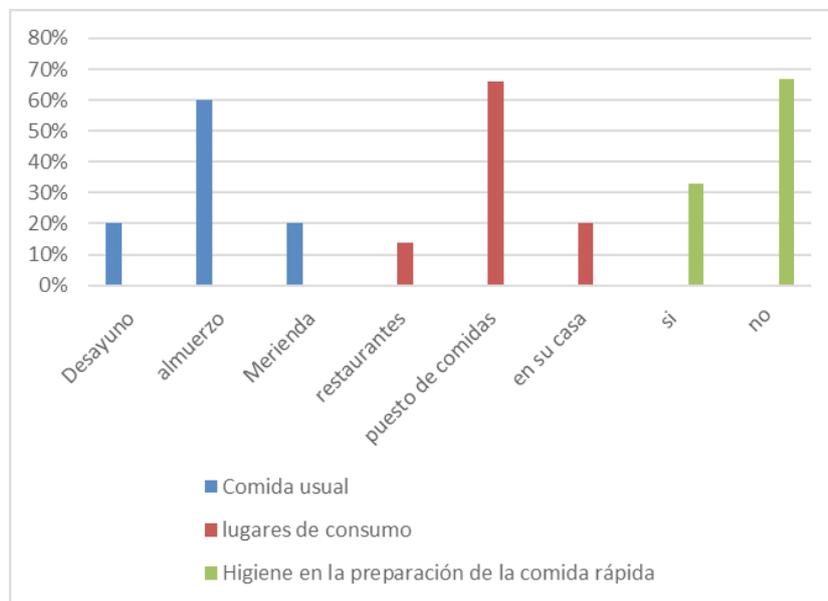


Fig. 3. Preferencia de comida rápida.

Del total encuestados, el 85.59% concuerda en que la comida rápida es mala porque afecta a la salud en la actualidad como a futuro, esto debido a sus componentes, que no son nutritivos y por la inadecuada higiene que se mantiene al momento de la transformación en productos listos para su consumo.

Además, se obtuvo que el 51.85% de los encuestados sí ha recibido información sobre el consumo de comida rápida, mientras que el 48.15% no ha recibido información, detalle importante para conocer el consumo y las razones, así como la comercialización que realizan y no pecar de ignorancia, el nivel de conocimiento ayuda a saber las estrategias de comercialización.

Finalmente se determinó que el 39.81% acepta gradualmente dejar de consumir comida rápida y reemplazarla por alimentos más nutritivos, mientras que el 11.1% definitivamente no dejará de consumir comida rápida, a expensas del conocimiento total de las grandes desventajas y pocas ventajas que tienen el consumo de comida rápida, repercutidas en el corto y largo plazo sobre la salud de las personas, la economía y los factores sociales que influyen al realizar estas actividades de consumo.

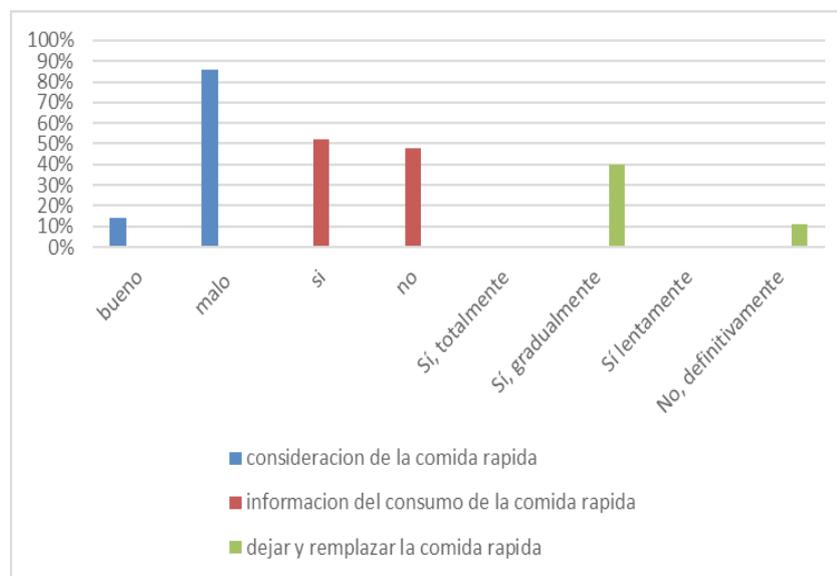


Fig. 4. Comercialización de comida rápida.

Luego de haber realizado la encuesta se concuerda que la falta de tiempo es una de las razones por la que los estudiantes acuden a consumir este tipo de comida en diferentes lugares (5). Así como también a que debido al ritmo de vida que llevan los estudiantes universitarios, es poco común que se coma en casa y mucho menos que se preparen los alimentos de manera adecuada (7).

Para determinar el grado de valor nutricional y contenido de grasa, humedad, carbohidratos y proteínas se analizó una muestra en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Obteniendo los siguientes resultados: En 100 gramo de papas fritas hay un 29,02% de grasa, humedad de 52,89%, carbohidratos 14,75% y proteínas apenas un 3,34%.

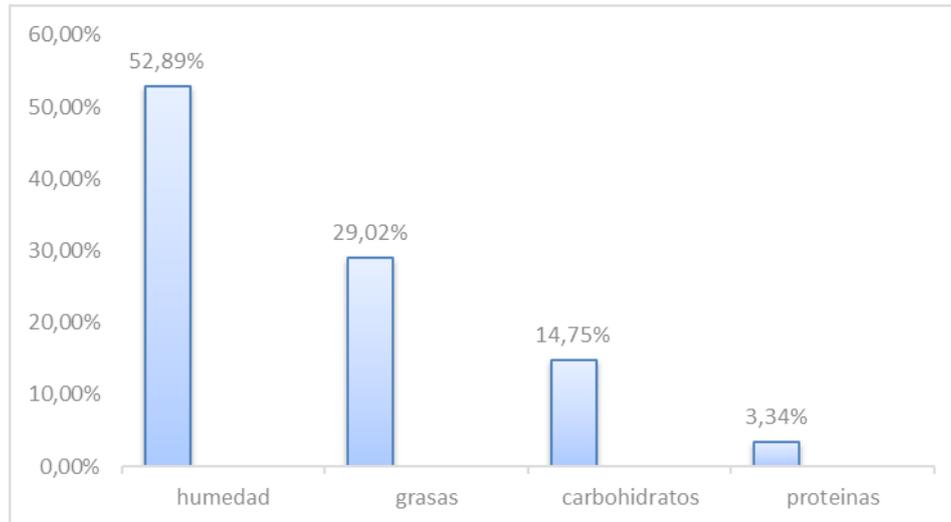


Fig. 5. Valor nutricional de las papas fritas.

Se recalca que los consumos excesivos de este tipo de alimentos bajos en propiedades nutritivas provocan obesidad y enfermedades perjudiciales para la salud, esta investigación permite afirmar que la comida rápida para los estudiantes es la salida más rápida, fácil por su gran nivel de comercialización para saciar el hambre, la población investigada está consciente del daño que puede causar, pero a pesar de ello opta por consumirla; ante esto los investigadores concordamos con la investigadora antes citada al manifestar que consumimos este tipo de comida por falta de tiempo y además ocasiona secuelas en la salud(16).

La comida rápida no aporta con un valor nutritivo adecuado para nuestra salud por lo que debemos cambiar nuestros hábitos alimenticios, son tan ciertos y comprobados en esta investigación sobretodo en el nivel universitario que la comercialización de comida rápida es mas amplia y fácil de adquirirla por su cercanía y costo económico (14). Consideran que el desorden alimenticio de los jóvenes universitarios es elevado por el poco tiempo que disponen y esto los conlleva a consumir comida rápida de manera excesiva, exponiéndolos a enfermedades cardiovasculares, diabetes, y sobre todo la obesidad dando certeza a la investigación realizada en una carrera de tercer nivel de una universidad pública como se ha presentado en esta investigación (21).

Los peligros causados por la comida rápida en la salud a corto, mediano y largo plazo, ya que las enfermedades del corazón son uno de los problemas principales que causa la muerte en el mundo, la grasa aumenta el colesterol malo y como consecuencia causa enfermedades cardíacas, impactantes y fulminantes en la vida de los seres humanos (17).

La pronta asimilación de ácidos grasos al hígado procedentes de la grasa, va implicando mayor riesgo cardiovascular en los consumidores de estos productos, estos síntomas junto con la resistencia a la insulina y la obesidad se favorecen por el creciente sedentarismo en la población actual. Más de dos tercios de los pacientes con enfermedad coronaria tienen sobrepeso u obesidad. Uno de los factores que más contribuyen al aumento de los casos de diabetes son las dietas poco saludables, mientras que dietas saludables proveen al cuerpo un flujo constante de glucosa, ayuda a mantener la sensibilidad a la insulina. Al consumir en exceso la comida rápida o chatarra, puede existir deficiencias en los micronutrientes tales como las vitaminas y minerales, puesto que los alimentos de alta densidad energética o mayor densidad carecen con

frecuencia de proteínas, vitaminas como la A, C, D, E y el complejo B, calcio, hierro potasio, zinc y grasas insaturadas. Una deficiencia en cualquiera de estos nutrientes compromete al organismo y sistema inmunológico, de la misma manera no habrá una adecuada producción de serotonina, en consecuencia, ansiedad, depresión e irritabilidad (22).

El nivel de consumo versus las enfermedades quedan relegados por la facilidad de adquisición que se tiene de estos productos y la escasa oferta de productos saludables en los alrededores de la población objeto de estudio, además el bajo y competitivo costo frente a productos más saludables, pero sobretodo la gran publicidad que llega frecuentemente a la población joven; con todos estos detalles, se facilita su adquisición, es por eso que el mercado de la famosa comida rápida ha crecido notablemente, sus consumidores se han ido sumando hasta abarcar un número amplio de mercado.

#### 4. Conclusiones

Existe un alto consumo de comida rápida, esto se produce debido al actual estilo de vida de la población y el poco tiempo que mantienen tanto para la preparación, como para el consumo de alimentos, incrementando su comercialización, hecho observado principalmente en estudiantes universitarios, como el caso investigado en los estudiantes de la Facultad de la Ciencias Pecuarias, en donde se presenta un 53,7% de consumo de este tipo de comida.

La comida rápida conocida también como chatarra posee un bajo o nulo aporte nutricional que mantienen este tipo de productos, pero que son consumidos porque producen satisfacción sensorial. Al analizar el principal producto consumido por los estudiantes en donde se aplicó la investigación se obtuvo las papas fritas, mismas que al realizar un análisis nutricional se comprueba el bajo aporte que tienen para el cuerpo humano, con apenas el 3,34% de proteínas.

La satisfacción que producen al ser consumido, la fácil adquisición de estos productos y su fácil transportación debido a sus envases, permiten que el consumo siga en línea ascendente; la publicidad visual y boca a boca hacen que estos productos sean adquiridos en mayor cantidad por los estudiantes incrementando constantemente la demanda.

#### Bibliografía

1. Fajardo, E. (s.f). *Comida rápida*. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de calameo: <https://es.calameo.com/read/005077506d78f5d4b7e9a>
2. National Geographic. (4 de 10 de 2015). *Historia de la comida rápida*. Obtenido de National Geographic: <http://www.ngenespanol.com/el-mundo/hoy/15/04/9/asi-inicio-la-comidarapida/>
3. Guías de la Salud. (16 de Junio de 2009). *Información sobre comida rápida*. Recuperado el 05 de Mayo de 2018, de youngwomenshealth.org: <https://youngwomenshealth.org/2009/06/16/comida-rapida/>
4. Club planeta. (s.f). *La comida rápida: características y ventajas*. Obtenido de trabajo.com.mx: [http://www.trabajo.com.mx/la\\_comida\\_rapida\\_caracteristicas\\_y\\_ventajas.htm](http://www.trabajo.com.mx/la_comida_rapida_caracteristicas_y_ventajas.htm)
5. Chávez, O., Humberto, O., & Díaz, F. (2013). Consumo de comida rápida y obesidad, el poder de la buena alimentación en la salud. *Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 182.

6. Orjuela, R. E. (marzo de 2017). *Que es la comida chatarra?* Obtenido de nocomasmentiras.org: [http://www.nocomasmentiras.org/archivos/Que\\_es\\_comida\\_chatarra.pdf](http://www.nocomasmentiras.org/archivos/Que_es_comida_chatarra.pdf)
7. Rodriguez, L. (18 de Diciembre de 2015). *Casa Verde Gourmeth*. Obtenido de <https://www.casaverdegourmet.com.pe/blog/comida-chatarra-razones-consumo/>
8. Zarraga, A. (15 de Febrero de 2004). *EROSKI CONSUMER, el diario del consumidor*. Obtenido de <http://revista.consumer.es/web/es/20040201/alimentacion/68091.php>
9. Gomez, A. (15 de Mayo de 2003). *Exite*. Obtenido de <http://gastronomia.excite.es/comidas-rapidas.html>
10. García, B. M. (3 de Diciembre de 2013). *La verdad*. Obtenido de <http://www.miperiodicodigital.com/2014/edicion2014/ccbi/23583-la-comida-basura-ventajas-desventajas.html>
11. Requena, M. (08 de Abril de 2015). *Comida Chatarra*. Obtenido de <http://comidaucab95.blogspot.com/2015/04/ventajas-y-desventajas-de-la-comida.html>
12. Cuyo, R. D. (30 de Marzo de 2017). *Diario De Cuyo*. Obtenido de <https://www.diariodecuyo.com.ar/salud/Ventajas-y-desventajas-de-la-comida-rapida-20170330-0092.html>
13. Orzola, M. (03 de Abril de 2017). *BigBang*. Obtenido de <https://www.bigbangnews.com/comunidad/Ventajas-y-desventajas-de-la-comida-rapida-20170329-0045.html>
14. Fisk, M. (10 de Mayo de 2017). *muy fitness*. Obtenido de [https://muyfitness.com/desventajas-comida-chatarra-info\\_28494/](https://muyfitness.com/desventajas-comida-chatarra-info_28494/)
15. Palacios, M. (15 de Abril de 2014). *CLub Planeta*. Obtenido de [http://www.trabajo.com.mx/la\\_comida\\_rapida\\_caracteristicas\\_y\\_ventajas.htm](http://www.trabajo.com.mx/la_comida_rapida_caracteristicas_y_ventajas.htm)
16. Cifuentes, F. (2 de Septiembre de 2014). *¿Qué es la comida ‘chatarra’? El Comercio*.
17. Alcumedo, V. M. (04 de julio de 2017). *Los 10 peligros causados por la comida rápida*. Recuperado el 19 de mayo de 2018, de El Universal De10.mx: <http://archivo.de10.com.mx/8513.html>
18. Universia. (29 de agosto de 2017). *10 consecuencias de abusar de la comida basura*. Recuperado el 19 de mayo de 2018, de universia.es: <http://noticias.universia.es/cultura/noticia/2015/09/28/1131651/10-consecuencias-abusar-comida-basura.html>
19. Salud180.com. (s.f.). *5 consecuencias de comer en exceso comida chatarra*. Recuperado el 5 de mayo de 2018, de Salud180.com: <http://www.salud180.com/5-consecuencias-de-comer-en-exceso-comida-chatarra>
20. ElHeraldo.co. (24 de noviembre de 2014). *Universitarios: buena educación, pero mala nutrición. El Heraldo*, págs. <https://www.elheraldo.co/tendencias/universitarios-buena-educacion-pero-mala-nutricion-175158>.
21. Brito, J., Luciano, J., Pérez, K., & Matos, J. (12 de Enero de 2017). *Estudiantes universitarios consumen comida “chatarra” en exceso*. Recuperado el 5 de mayo de 2018, de El Dia.com: <http://eldia.com.do/estudiantes-universitarios-consumen-comida-chatarra-en-exceso/>
22. Ruiz M, (2014). *Manual de nutrición y dietética, cuadernos hospital de clínicas*. Páginas 14-28.

## *La evasión tributaria originada en el uso de comprobantes de venta*

*(Evaluation of micro and small enterprises of the popular and solidarity economy prior to participating in a Business Round)*

J. Sánchez\*, F. Esparza, I. Gaibor, M. Barba

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\*Correspondencia. Tel.: 0999710893 E-mail: marlene.barba@esPOCH.edu.ec (M. Barba)

### **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo, analizar el régimen de facturación ecuatoriano, esencialmente el uso de los comprobantes de venta en las transacciones de los contribuyentes y como se relaciona con las tipologías de evasión tributaria o fiscal que hacen que el contribuyente pague menos impuestos al incluir gastos inexistentes u omisión de ingresos en las declaraciones, perjudicando al Estado ya que recibe menos recursos y realice mayores controles, se estudia el avance tecnológico en el régimen de facturación impulsado por la Administración Tributaria resaltando las mejoras y analizando las falencias que aportan a las variables. Además se estudia la normativa tributaria vigente que se relacionan con el tema y su constante evolución desde el 2008 año en el cual el sistema tributario incluye mecanismos para evitar la evasión fiscal y la defraudación tributaria como un delito, se hace además un análisis del proyecto de control emblemático de empresas fantasmas y los resultados obtenidos por el SRI en donde se evidencia la importancia de las variables de estudio, su aplicación práctica y la incidencia en la recaudación tributaria, el enfoque de la investigación es cualitativa y cuantitativa ya que se analiza por qué los contribuyentes evaden sus impuestos y los datos estadísticos obtenidos de la información disponible y solicitada al SRI, utilizando una investigación de campo al realizar entrevistas a funcionarios del SRI de los departamentos de control tributario que son las personas que detectan el mal uso de comprobantes de venta e investigación bibliográfica revisando leyes y

estudios relacionados a la presente investigación, estableciendo sectores de mayor riesgo de evasión e identificando las causas principales del problema de estudio como son: el desconocimiento del sistema tributario, asesoramiento que reciben los ciudadanos para disminuir el pago de sus impuestos e incluso la dificultad de cumplir las obligaciones tributarias puesto que el sistema es complejo.

**Palabras claves:** *Facturación, evasión fiscal, empresas fantasmas, procesos de control, defraudación tributaria*

### **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the Ecuadorian billing system, essentially the use of sales receipts in the taxpayers' transactions and how it relates to tax evasion or tax evasion typologies that cause the taxpayer to pay less taxes when including non-existent expenses or omission of income in the declarations, harming the State and receiving less resources and carrying out greater controls, technological progress is studied in the billing regime promoted by the Tax Administration highlighting the improvements and analyzing the failures they bring to the variables. In addition, the current tax regulations related to the subject and its constant evolution since 2008 are studied, in which the tax system includes mechanisms to avoid tax evasion and tax fraud as a crime, and an analysis of the project is made. emblematic control of ghost companies and the results obtained by the SRI in which the importance of the study variables, their practical

application and the incidence on tax collection are evidenced, the research focus is qualitative and quantitative since it is analyzed why the taxpayers evade their taxes and the statistical data obtained from the information available and requested from the SRI, using a field investigation when conducting interviews with SRI officials from the tax control departments who are the people who detect the misuse of sales receipts and bibliographic research reviewing laws and related studies This

study is based on establishing sectors at greater risk of evasion and identifying the main causes of the study problem, such as: ignorance of the tax system, advice received by citizens to reduce their tax payments, and even the difficulty of complying with the tax obligations since the system is complex.

**Key words:** *Invoicing, tax evasion, ghost companies, control processes, tax defraud.*

## 1. Introducción

Las variables que se conjugan como problema y que son parte del presente estudio tienen una relación directa, esto se ha evidenciado en la mayoría de los países; de hecho, la evasión está penalizado drásticamente dependiendo el país, porque van desde multas económicas hasta penas sancionadas con la cárcel. En la actualidad son muchas las formas utilizadas por los contribuyentes para evadir impuestos; de hecho, algunas son muy bien elaboradas, sofisticadas, y otras en cambio, sorprenden por su sencillez, por lo simple y efectivas que resultan, pero no es fácil conocerlas todas. Eso requiere un buen tiempo de investigación, análisis y sobre todo experiencia de los fedatarios, que son funcionarios de la Administración Tributaria dedicados al control de facturación en locales comerciales o control en carreteras que disminuyen la evasión y elusión tributaria y el contrabando de mercadería (4).

Es evidente que los contribuyentes o la sociedad en general buscan la manera de pagar menos impuestos (cultura de no pago de tributos); esto también se debe a que varios países mantienen tasas impositivas elevadas, dado por malas políticas fiscales que buscan recaudar ingresos para cumplimiento de los presupuestos generales, de donde se deriva proyectos y actividades de administración pública. Gráficamente la evasión del IVA y de la Renta en América Latina está dada de la siguiente manera según la (8).

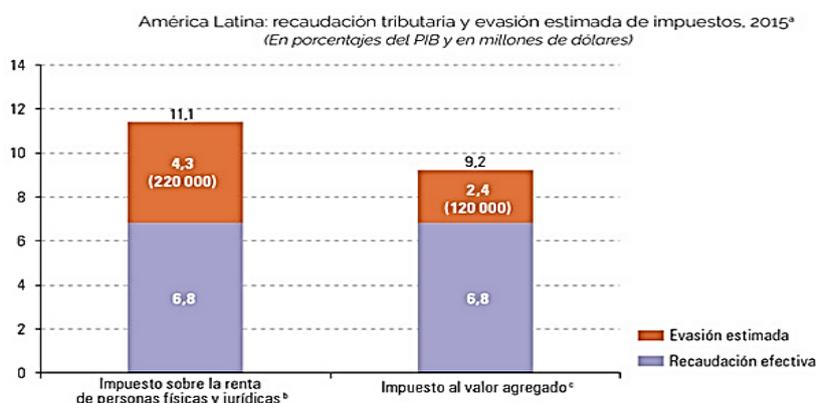


Fig. 1. Recaudación y evasión estimada.  
Fuente: CEPAL (2016).

Según el documento entregado por la (8), “*la evasión del impuesto sobre la renta de las empresas y de las personas llega a más de 60% en algunos países*”. Por lo que se percibe una llamativa dificultad para disminuir estos indicadores que son una constante lucha en las administraciones tributarias de los países de América Latina; pese al riesgo enorme de sobrellevar una pérdida de recursos tributarios potenciales.

Las administraciones tributarias buscan combatir el problema de la evasión, utilizando ciertas herramientas de control sobre los contribuyentes, pero ¿es posible que estos instrumentos se conviertan a la vez en caminos hacia el fraude fiscal? Uno de esos instrumentos son los comprobantes de venta que rigen en función de un conjunto de normas o reglas y que uno de los objetivos principales es no permitir el mal uso los mismos, sin embargo, procesos de control han permitido observar que en los sistemas de facturación existe esa posibilidad.

La evasión por prácticas de facturación es un fenómeno de importancia creciente, esto se debe en parte al proceso mismo de globalización y cambio tecnológico que ha hecho que aparezcan fenómenos nuevos como por ejemplo el comercio electrónico, y el propio desarrollo informático.

La evasión tributaria por prácticas de facturación es un problema que hoy en día se registra en todos los países, con intensidades y modalidades distintas, dependiendo del contexto particular. Las diferencias obedecen a factores tan diversos como grado de desarrollo económico, aspectos sociales y culturales y características propias de la legislación de los países, entre otros.(4)

Durante los últimos años, la evasión en el uso de comprobantes de venta es cada vez más sofisticada y, por ende, más difícil de detectar, en gran medida por los acelerados cambios tecnológicos en el área de la informática. En diversas partes del mundo, se han realizado cambios específicos en las legislaciones fiscales para contener el fenómeno de la evasión originada en las prácticas de facturación.

En los países latinoamericanos los pequeños y medianos contribuyentes (MIPYMES) de baja significación fiscal (incluye RISE para Ecuador), constituyen el sector más difícil de controlar, esto con la desventaja de que la experiencia de muchos países, indica que las Administraciones Tributarias desconocen la identidad de parte de estos posibles contribuyentes, dado la magnitud que alcanza la economía informal o subterránea (contrabando).

Uno de los principales indicadores en el ámbito tributario de un país es la presión fiscal que es el valor de la recaudación de impuestos frente al Producto Interno Bruto del país que es el valor en dólares de la producción de un país, en un año es decir esta presión indica cuanto se extrae de impuestos a la economía y en Latinoamérica se obtuvieron los siguientes datos, según información de la Centro de Estudios Fiscales del Servicio de Rentas Internas (SRI):

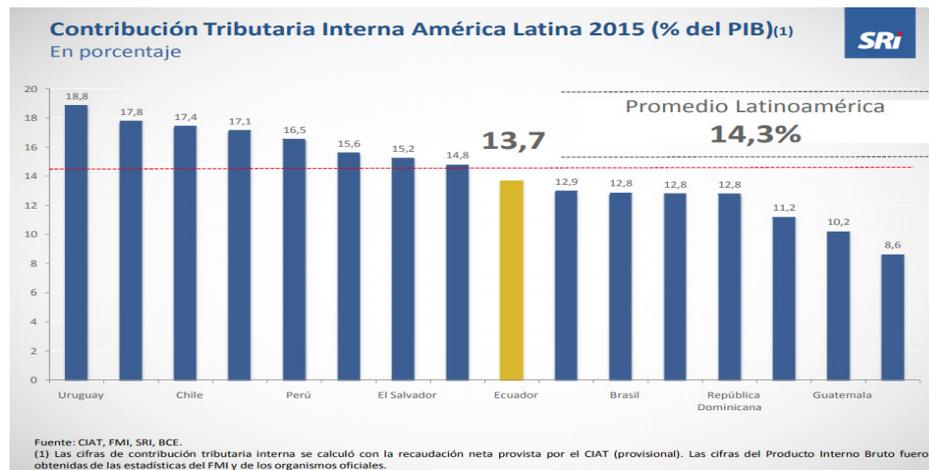


Fig.2. Rendición de cuentas 2016.  
Fuente: [www.sri.gob.ec](http://www.sri.gob.ec)

En Ecuador, las modificaciones legales de los últimos años, especialmente desde el 2008 por cambios fundamentales en el sistema tributario debido a políticas, que han originado resultados de avances parciales, pero la magnitud de la evasión en el uso de comprobantes de venta aún está presente en su sistema impositivo. Por cuanto a medida que el Servicio de Rentas Internas fue desarrollando un régimen riguroso para el control documental de las operaciones comerciales de los contribuyentes, comenzaron a aparecer problemas de evasión tributaria instrumentados a través de la misma herramienta, el caso más reciente se relaciona con las transacciones de empresas fantasmas, que son sociedades o personas naturales que de acuerdo a los análisis realizados por la Administración Tributaria no reflejan una existencia real de sus actividades económicas o en su defecto sus transacciones no demuestran una sustancia económica, como por ejemplo en el mes de agosto de 2016 el Servicio de Rentas Internas consolida su proyecto contra la evasión y fraude fiscal denominado control a empresas fantasmas y sus clientes que para esa fecha según información de la Institución, que detectó 347 empresas fantasmas con un perjuicio al Estado de casi 500 millones de dólares en el Impuesto a la Renta y el Impuesto al Valor Agregado y emitieron comprobantes de venta por 1830 millones de transacciones inexistentes a 18.000 mil clientes a nivel nacional.

La evasión tributaria en el uso de comprobantes de venta es un problema que se detecta dentro de los procesos de control del Servicio de Rentas Internas de Ecuador, como lo señaló en el párrafo anterior en donde se detecta a las empresas fantasmas que de 347 detectadas en agosto en la actualidad llegan a 512 empresas y en donde el 80% se encuentran domiciliadas en la Provincia del Guayas y según el gráfico señalado a continuación de los controles se ha recuperado 360 millones de dólares en IVA y Renta,

Pero en nuestro país el uso de empresas instrumentales no es la única forma de evasión por el mal de uso de comprobantes de ventas, pero si el más estudiado, por lo que se requiere un estudio más profundo que permitan identificar las tipologías utilizadas por los contribuyentes y analizar los sectores vulnerables al uso indebido de facturas, notas de venta del Régimen Impositivo Simplificado (RISE), liquidaciones de compra, además se debe analizar si este mal uso de comprobantes sirvió para utilizar beneficios tributarios y no solo el pago menor de impuestos.

El Ecuador obtiene la recaudación de impuestos a través de la gestión del SRI y observamos que cada vez mejoran y representan la mitad del presupuesto del Estado dejando a segundo lugar a los ingresos petroleros, pero la evasión proveniente del mal uso de comprobantes de ventas y las demás tipologías disminuyen esta recaudación que se relacionan directamente a los dos principales impuestos como son el IVA y la Renta, como lo pudimos observar en la imagen anterior que el mal uso de facturas emitidas por empresas fantasmas a sus clientes se ha logrado recuperar 360 millones de dólares de los 500 millones proyectado de afectación, es decir se ha recuperado el 72% y frente a la recaudación del 2016 es el 3%.



Fig. 3. Rendición de cuentas 2016.  
Fuente: [www.sri.gob.ec](http://www.sri.gob.ec)

## 2. Materiales y Métodos

El enfoque de la investigación en el análisis de la evasión fiscal que se desarrolla en la aplicación del régimen de facturación es cualitativo y cuantitativo; el primer enfoque se da por las características propias de las variables, ya que es necesario detallar e identificar cualidades de los contribuyentes por las que realizan defraudación en el pago de impuestos, y el segundo enfoque es característico por ser numérico y estadístico, por lo cual es necesario expresar en números la realidad del problema, de cuanto es la pérdida para el Estado.

Para eso las características del enfoque mixto, se adaptan a las necesidades de la investigación, lo cual permite que los análisis no solo representen el perjuicio de las evasiones fiscales dentro del régimen de facturación, sino que también se descubran las causas y las falencias por las que los contribuyentes recurren a estas manías; y que mediante estos resultados se pueda recomendar a la Administración Tributaria del país, tomar precauciones y realizar un control más efectivo sobre el tema tratado.

Además la investigación se basa en la búsqueda de fuentes bibliográficas, de documentos que respalden los datos que se presenta en el detalle del SRI, por lo tanto, los distintos autores ayudan a fundamentar de manera clara, los evidentes problemas que se generan en la investigación; donde la evasión fiscal es un punto crítico para los gobiernos de la mayoría de países y cuyos fundamentos o concepciones ayudan a la interpretación correcta de los resultados y guían la investigación hacia resultados satisfactorios.

## Población

DESCRIPCIÓN	ENTREVISTA
Funcionarios	9
<b>Total</b>	<b>9</b>

Hay que mencionar que la presente investigación no utiliza muestra debido al tamaño reducido de la población, la misma que se constituye en nueve personas que son servidores del SRI ejecutores de procesos de control en los departamentos de Gestión y Auditoría Tributaria, los cuales detectan las prácticas de los contribuyentes en el uso de los comprobantes de venta en sus transacciones y su relación con el pago de impuestos a través de sus declaraciones tributarias; por lo tanto, de esta población se obtienen los datos y se procede al análisis e interpretación de resultados. Así mismo, se obtendrán datos del SRI para ser analizados detenidamente, y así comprobar si el régimen de facturación utilizado en el Ecuador incide en la evasión fiscal por el mal uso de comprobantes de venta, como por ejemplo estas personas ejecutaron el proyecto de revisión a empresas fantasmas y sus clientes, quienes indicarán en las preguntas planteadas dentro de la entrevista sus experiencias que sirven para las variables de estudio.

### 3. Resultados y Discusión

El SRI, Dirección Zonal 3 proporciono información sobre recaudación general de IVA renta, procesos realizados sobre el mal uso de comprobantes de venta y recaudación generada, acciones realizadas por fedatarios fiscales y procesos de difusión a fin de mejorar la cultura tributaria, el análisis de esta información es el siguiente:

#### Procesos de Control SRI

Tabla 1. Control RISE.

RISE	2015		2016		2017	
	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIONES	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIÓN	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIÓN
Total Zonal 3	1753	\$ 264.328,40	562	\$ 26.151,40	184	\$ 9.285,24
Chimborazo	413	\$ 17.241,72	352	\$ 3.423,45	136	\$ 590,17
Cotopaxi	394	\$ 37.715,46	4	\$ 9.072,40	0	\$ 0,00
Pastaza	286	\$ 21.045,97	0		2	\$ 0,00
Tungurahua	660	\$ 188.325,25	206	\$ 13.655,55	46	\$ 8.695,07

Fuente: Servicio de Rentas Internas.

Este control comprende acciones realizadas a los contribuyentes en donde se excluye del RISE por incumplimiento normativo, se re categoriza, es decir esta una categoría inferior a la que deben estar en función de los ingresos o gastos reportados en los anexos de los contribuyentes (terceros) y control de deberes formales que comprende constatación del cumplimiento de obligaciones tributarias.

*Tabla 2. El control clientes de empresas.*

<b>CLIENTES DE EMPRESAS FANTASMAS</b>		<b>2016</b>		<b>2017</b>	
PROVINCIA	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIÓN	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIÓN	
Total Zonal 3	298	\$ 210,7673.777	127	\$ 5.583.945,10	
Chimborazo	90	\$ 426,087.32	73	\$ 295.918,84	
Cotopaxi	86	\$ 10.549,38	6	\$ 2.525.845,05	
Pastaza	27	\$ 233,857.21	1	\$ 1.743.303,80	
Tungurahua	95	\$ 392,791.16	47	\$ 1.018.877,41	

*Elaborado: Gestión Tributaria Zona 3  
Fuente: Servicio de Rentas Internas*

Este control es dirigido a contribuyentes que adquirieron bienes y o servicios a las empresas que el SRI señaló como fantasmas y por ende estas compras no existieron o no se puede justificar dicha transacción por lo que el SRI solicita que modifiquen sus declaraciones de impuestos y eliminen esta compra y se genera un pago de IVA o Renta que suma en el 2015 y 2016 más de 2.6 millones de dólares, esta acción forma parte de la facultad determinadora del SRI:

*Tabla 3. Control al sector construcción.*

<b>SECTOR CONSTRUCCIÓN</b>		<b>2015</b>		<b>2016</b>		<b>2017</b>	
PROVINCIA	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIONES	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACION	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACION	
Total Zonal 3	54	\$ 738.158,93	55	\$ 889.473,42	23	\$ 227.007,98	
Chimborazo	17	\$ 262.386,75	6	\$ 113.318,65	1	\$ 3.980,86	
Cotopaxi	7	\$ 26.630,52	1	\$ 13.685,15	1		
Pastaza	23	\$ 353.510,78	25	\$ 341.655,65	19	\$ 50.815,86	
Tungurahua	7	\$ 95.630,88	23	\$ 420.813,93	2	\$ 172.211,16	

*Elaborado: Gestión Tributaria Zona 3.  
Fuente: Servicio de Rentas Internas.*

Pudimos observar que en las entrevistas realizadas al personal del SRI uno de los sectores con mayor riesgo en el mal uso de facturas es la construcción y esto se comprueba puesto que El SRI ha realizado controles los tres últimos años en todas sus provincias y ha generado una recaudación de casi dos millones de dólares, este control se centra en verificar la omisión de ingresos y el respaldo de gastos que en sector se puede encontrar adquisiciones con liquidaciones de compra, RISE , fantasmas y compras no bancarizadas.

Tabla 4. Control gastos sin sustento.

GASTO SIN SUSTENTO	2015		2016		2017		
	PROVINCIA	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIONES	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIÓN	No. CONTRIBUYENTES	RECAUDACIÓN
Chimborazo		33	\$ 678.414,02	31	\$ 77.029,78	23	\$ 109.675,15
Cotopaxi		9	\$ 108.660,57	19	\$ 259.049,32	21	\$ 97.930,21
Pastaza				3	\$ 3.234,63	3	\$ 116.445,42
Tungurahua		4	\$ 68.983,54	35	\$ 270.360,29	6	\$ 124.659,98

Fuente: Servicio de Rentas Internas.

EL SRI procedente de este control a recaudado 464.000 dólares en los tres años y este control involucra directamente al respaldo del gasto, es decir contribuyentes inmersos en este proceso no tenían respaldo de comprobantes de venta, o si lo tuvieron no cumplían con requisitos de forma y fondo como la retención, autorizaciones del SRI, justificación del pago o del hecho económico.

Tabla 5. Mal uso de facturas

PROVINCIA	RECAUDACIÓN 2015	TOTAL RECAUDADO CONTROLES RISE, FANTASMAS, CONTRUCCIÓN Y GASTOS	PARTICIPACIÓN	RECAUDACIÓN 2015	TOTAL RECAUDADO CONTROLES RISE, FANTASMAS, CONTRUCCIÓN Y GASTOS	PARTICIPACIÓN	CRECIMIENTO 2015-2016
Total Zonal 3	\$ 29.783.481,39	\$ 917.744,69	3%	\$ 25.615.584,34	\$ 3.016.536,85	12%	229%
Chimborazo	\$ 6.092.754,56	\$ 152.532,81	3%	\$ 6.999.243,83	\$ 1.331.095,99	19%	773%
Cotopaxi	\$ 5.983.568,29	\$ 391.226,24	7%	\$ 8.322.615,84	\$ 587.819,93	7%	50%
Pastaza	\$ 1.556.476,88	\$ 185.660,39	12%	\$ 1.994.863,56	\$ 1.083.965,38	54%	484%
Tungurahua	\$ 16.150.681,66	\$ 188.325,25	1%	\$ 8.298.861,11	\$ 13.655,55	%	-92%

Elaborado: Gestión Tributaria Zona 3.  
Fuente: Servicio de Rentas Internas.

A manera de resumen presentó el cuadro anterior, en donde la participación de este control frente al valor recaudado es del 3% en el 2015 y se incrementa al 12% en el 2016, con lo que podemos evidenciar una mejor efectividad de los procesos, que cada vez son más importantes este tipo de control que involucra nuestro tema de investigación y por ejemplo en Pastaza al ser una provincia relacionada con el tema petrolero y con el sector de la construcción con el sector público estas acciones representan un 54% de total de controles que hace el SRI en esa jurisdicción.

La hipótesis planteada en función de las dos variables estudiadas fue: “El mal uso de comprobantes de venta en el Ecuador incide en la evasión tributaria”.

A continuación, se plantean preguntas y se analiza las que constan en la entrevista realizada en donde se confirma que el mal uso de comprobantes de venta causa evasión tributaria y se comprueba la hipótesis planteada:

*Tabla 6. Información analizada.*

Preguntas	SI	NO	Información Relevante
1.- Se evidenciaron tipologías de evasión tributaria por el mal uso de comprobantes de venta	X		ver cuadro de tipologías de evasión.
2.- existen empresas fantasmas que han realizado mal uso de comprobantes de venta	X		existen 512 empresas detectadas con una evasión de aproximadamente medio millón de dólares.
3.- el Régimen de facturación tiene debilidades	X		Existen debilidades por no existir una verificación de la actividad económica realizada por los contribuyentes
4.- Existe normativa que regule liquidaciones de compra sobre su monto y número de emisión		X	La Resolución 2012- 144 fue derogada en el 2014 siendo un riesgo latente este comprobante porque no existe restricciones
5.- Existen sentencias de la CNJ en donde solicita al SRI que no solo se base al comprobante de venta para justificar una transacción	X		La Resolución 2016-07 es jurisprudencia obligatoria en donde se señala que debe verificarse la sustancia material y económica de la transacción, mostrando otra debilidad del sistema de facturación.
6.- Existen controles del SRI por el mal uso de comprobantes de Venta	X		De la información proporcionada por la Zona 3 del SRI existen controles al sector construcción, RISE, mal uso de gastos, liquidaciones de compra y empresas fantasmas en donde se ha detectado el mal uso de comprobantes de venta por fines evasivos y por ello se han recuperado valores que en el 2016 superan los 3 millones de dólares,

*Tabla 7. Entrevistas realizadas.*

Preguntas	SI	NO	% SI	% NO	Información Relevante
1. Han realizado controles en donde se ha identificado el mal uso de comprobantes de venta para el sustento de costos y gastos.	10		100%	0%	Empresas fantasmas, bancarización
2. ¿Han existido glosas derivadas del uso erróneo de liquidaciones de compra? ¿Cuáles son los principales casos en donde ha detectado?	9	1	90%	10%	Liquidaciones de compra emitidas a terceras personas que no prestaron el servicio o transfirieron el bien, usurpación de identidad
3. ¿Considera que existe un alto riesgo de transacciones inexistentes con la emisión de notas de venta proveniente de contribuyentes RISE?	9	1	90%	10%	Abuso de Gente humilde, obreros en construcción, prestación de servicios
4. ¿Ha identificado el SRI que los valores con los que sustentan los gastos provienen de transacciones con empresas fantasmas y/o inexistentes? ¿por qué cree que existen este tipo de empresas?	10		100%	0%	Las empresas fantasmas se crean con el ánimo de sobrevalorar los costos y gastos, sustentar mercadería de dudosa procedencia como por ejemplo contrabando, o para sustentar erogaciones de dinero (coimas) que el contribuyente realizó y no tiene como sustentar

5. ¿En qué sectores se utiliza en mayor número transacciones con empresas fantasmas?	10	100%	0%	Construcción (ferreterías, contratistas), comercio, (celulares, venta de ropa), agrícola, chatarra, pesquero, ganado, transporte
--------------------------------------------------------------------------------------	----	------	----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Conclusiones

El régimen de facturación es utilizado como una forma de evasión de impuestos, debido a que los comprobantes de venta son utilizados para justificar gastos incluidos en las declaraciones de impuestos y dentro de las revisiones realizadas por el SRI en no se justifican estas transacciones como es el caso de la detección de empresas fantasmas que en el 2016 fueron 347 empresas y en el 2017 llegan a 512, de las cuales el 80% están ubicadas en la provincia del Guayas, las mismas que transfirieron bienes o prestaron servicios a cerca de 18.000 mil clientes y los sectores más frecuentes en el uso de este tipo de comprobantes es la construcción, transporte, comercio y agricultura y en el 2017 se recuperó 360 millones de dólares por concepto de IVA e Impuesto a la Renta.

Desde el 2008 la normativa evoluciona incluyendo artículos para evitar y perseguir el fraude fiscal en todas sus formas, como bancarización como requisito obligatorio en la forma de pago de transacciones de más de 5000 dólares por el mal uso de las facturas detectado y tipificar a la defraudación tributaria como delito.

El sistema de facturación del SRI se lo realiza por el internet en atención al principio de simplicidad administrativa y por esta facilidad lastimosamente los contribuyentes han hecho mal uso de las facturas puesto que no existen verificaciones reales de las actividades económicas de los contribuyentes que inician su actividad.

Los procesos de control tiene su objetivo revisar el sustento gastos u la omisión de ventas que generan por el mal uso o por no emitir los comprobantes de venta y el SRI utiliza como primer control las visitas de campo a través de fedatarios fiscales, y como segundo paso controles de diferencias masivos o las auditorías, la recaudación generada por estos controles representa el 12% del total generado en la zona 3 proveniente de control al sector de la construcción, empresas fantasmas, a los contribuyentes RISE y a otros sectores con riesgo en gastos.

#### Bibliografía

1. Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Montecristi, Manabí: <http://pdba.georgetown.edu/Parties/Ecuador/Leyes/constitucion.pdf>.
2. Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). Reglamento de comprobantes de venta, retención y documentos complementarios. Quito: [http://www.sri.gob.ec/DocumentosAlfrescoPortlet/descargar/b534cc74-4180-4e5e-a405-6da5f4120f2a/Reglamento\\_de\\_Comprobantes\\_de\\_Venta.pdf](http://www.sri.gob.ec/DocumentosAlfrescoPortlet/descargar/b534cc74-4180-4e5e-a405-6da5f4120f2a/Reglamento_de_Comprobantes_de_Venta.pdf).
3. Barajas, S., Campos, R., Sobarzo, H., & Zamudio, A. (2011). EVASIÓN FISCAL DERIVADA DE LOS DISTINTOS ESQUEMAS DE FACTURACIÓN. México: El Colegio de México.
4. Baruc, J. (31 de Octubre de 2013). SLIDE SHARE. Obtenido de Facturación: <https://es.slideshare.net/josebaruc56/facturacion-concepto>

6. Cabay, P. (2013). “Metodología de cálculo de las brechas de recaudación en el impuesto a la renta y la determinación de la evasión tributaria por sector económico periodos fiscales 2003-2010.
7. Camargo, D. (2012). Evasión fiscal: un problema a resolver. D.F. Obtenido de [www.eumed.net/libros/2005/dfch-eva/](http://www.eumed.net/libros/2005/dfch-eva/)
8. CEPAL. (1 de Septiembre de 2016). Evasión fiscal en América Latina llega a 340.000 millones de dólares y representa 6,7% del PIB regional. Los principales incumplimientos tributarios se dan en el impuesto sobre la renta. , pág. 1.
9. Chelala, S., & Giarrizzo, V. (28 de noviembre de 2013). Evasión de impuestos en Argentina: un análisis experimental de la eficiencia de premios y castigos al contribuyente. Obtenido de scielo.org.com: <http://www.scielo.org.co/pdf/fype/v6n2/v6n2a03.pdf>
10. Código Orgánico Integral Penal, Registro Oficial N° 180 (Pleno de la Asamblea Nacional 10 de Febrero de 2014).
11. Funrouge, C. (2012). Derecho Financiero. En Tercer (Ed.). Buenos Aires: Depalma.
12. Garayzabal, D., & Echegaray, R. (2014). Régimen de Facturación.
13. Gómez, L. (2006). Enfoque Cuantitativo.
14. Guamán, J. (2013). Elusión tributaria en la legislación ecuatoriana. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3133/3/T-UCE-0013-Ab-16.pdf>
15. London, C. (2013). La Tributación.
16. López, A. (2006). Población.
17. Manrique, R. (2014). Definición e Importancia de la Tributación.
18. Margain, E. (2012). OP.
19. Méndez, L., & Astudillo, P. (2008). Investigación Bibliográfica o Documental.
20. Messina, A. (2012). La acción típica de evasión tributaria.
21. Morales, C., Ruiz, F., & Ycaza, W. (2013). Análisis de la evasión fiscal en el impuesto a la renta del Ecuador. Quito: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/745/1/1396.pdf>.
22. Muñoz, S. (2011). Investigación de Campo.
23. Najera, A. (2012). Derecho Tributario.
24. Oficial, R. (21 de Junio de 2015). Obtenido de LORTI: <file:///C:/Users/codepropc/Downloads/20151228%20LRTI.pdf>
25. Ortiz, R. (2012). Derecho Tributario e Ilícitos Tributarios. Lima.
26. Paredes, P. (2015). La evasión tributaria e incidencia en la recaudación del impuesto a la renta de personas naturales en la provincia del Guayas, periodos 2009-2012. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6881/1/marzo2015%20tesis%20final%20priscilla%20paredes%20maestria%20en%20tributacion%20y%20finanzas.pdf>
27. Parra, R. (2015). LAS OBLIGACIONES FISCALES DE LOS INTRODUCORES DE GANADO Y LA BRECHA DE EVASIÓN DEL IMPUESTO A LA RENTA EN EL CANTÓN AMBATO.

28. Patiño, R. (2011). Sistema Tributario Ecuatoriano.
29. Ramírez, C. (2015). Los paraísos fiscales y las prácticas tributarias nocivas que afectan la administración tributaria en el Ecuador. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4549/1/T1668-MT-Ramirez-Los%20paraisos.pdf>
30. Reglamento para la aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno, Registro Oficial 448 (Dirección Nacional Jurídica, Departamento de Normativa 28 de febrero de 2015).
31. S.R.I. (6 de JUNIO de 2016). Ecuador pierde entre \$ 300 y \$ 400 millones anuales por evasión fiscal. EL TELEGRÁFO, pág. 1.
32. Salas, S., & Vélez, M. (2010). Propuesta para la implementación del proceso de facturación en base al régimen.
33. Sánchez, L. (2012). „Sujetos de la Obligación Tributaria y sus Obligaciones”. México.
34. Terán, V. (2014). La facturación.
35. Tixi, Y. (2016). LA EVASIÓN TRIBUTARIA Y SU INCIDENCIA EN LA RECAUDACIÓN DEL IMPUESTO A LA RENTA DE PERSONAS NATURALES EN EL CANTÓN RIOBAMBA PERÍODO 2014. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/2750/1/UNACH-FCP-CPA-2016-0032.pdf>

# *La naturaleza como sujeto de derechos en Ecuador*

## *Nature as a subject of rights in Ecuador*

D. Viteri

Resultado Parcial de la Investigación Doctoral cursando en la Universidad de la Habana

diego.viteri@yahoo.de

### **RESUMEN**

Este trabajo es una exploración del estado del arte de la consideración de la naturaleza como sujeto de derecho, puesto que se trata de un hecho más bien reciente en el panorama jurídico ecuatoriano, en cuya Constitución de 2008 se reconoció a la naturaleza como sujeto de derechos, a la vez que se le atribuyeron derechos específicos en calidad de titular. El resultado más importante es que los autores que escriben sobre el tema se debaten en dos vertientes relativamente bien definidas: por un lado los que consideran el hecho en sí mismo como un hito del constitucionalismo mundial, y por el otro los que consideran que el reconocimiento de derechos a la naturaleza no pasa de ser un hecho meramente retórico, ya que resultan de difícil realización y, en la medida en que lo sean, se puede conseguir su protección a través del tradicional Derecho Ambiental. Las dos vertientes son analizadas, tanto en sus argumentos como en sus resultados.

**Palabras clave:** *Naturaleza, sujeto, derechos, restauración, paradigma.*

### **ABSTRACT**

This work is an exploration of the state of the art of the subject in question, since it is a rather recent event in the Ecuadorian legal landscape, in which the Constitution of 2008 recognized nature as a subject of rights, to the once they were granted specific rights as owner. The most important result is that the scholars of the subject are debated in two relatively well-defined aspects: on the one hand, those who consider the event in itself as a milestone of world constitutionalism, and on the other, those who consider that the recognition of rights to Nature does not go beyond being merely a rhetorical event, since they are difficult to carry out and, insofar as they are, their protection can be achieved through the traditional Environmental Law. The two aspects are analyzed, both in their arguments and in their results.

**Keywords:** *Nature, subject, rights, biocentric, paradigm.*

## **1. Introducción**

1. La Constitución de la República del Ecuador de 2008 consagra a la naturaleza como sujeto de derechos (2), de la misma manera que lo hace con las personas naturales y los entes colectivos (3); ello ha generado una creciente literatura que desde diferentes puntos de vista se esfuerza en buscar los fundamentos a partir de los cuales explicar y contextualizar ese hecho, tanto en la teoría general del Derecho como en las ciencias de la naturaleza o concepciones acerca de ella, un esfuerzo en que participa un nutrido grupo de investigadores ecuatorianos y, en menor cantidad, extranjeros.

2. La revisión de una parte significativa de esa literatura publicada en libros, revistas y documentos institucionales permite constatar que existe en la mayoría de los que escriben sobre el tema, una visión positiva y acrítica acerca de la naturaleza como sujeto de derechos, de donde es muy difícil distinguir lo que se asocia a fundamentos científicos o teóricos, de lo que constituye propaganda política (4), retórica propagandística o adscripción a una tendencia que asume la Constitución de 2008 como la suma de todas las virtudes del nuevo constitucionalismo latinoamericano (5).

3. En ese ambiente de optimismo cada quien compite por calificar la novedad constitucional con las frases más edulcoradas: para Mario Melo constituye el avance más audaz de la Constitución gestada en Montecristi, un corte en la historia del Derecho Constitucional contemporáneo, implica rupturas con la teoría y la práctica de los Derechos Humanos, propicia nuevos debates filosóficos que cuestionan el racionalismo de la modernidad, es un real punto de quiebre que dejará honda huella en la historia del Derecho contemporáneo (6).

4. En este trabajo se analizan las diferentes posiciones teóricas sobre el tema, sostenidas tanto por autores ecuatorianos como extranjeros, con el propósito de presentar un estado del arte de dichas discusiones y valorar, sobre la base del Derecho ecuatoriano vigente, los aspectos esenciales que configuran el régimen jurídico de los «derechos de la naturaleza», con la finalidad de contribuir a su perfeccionamiento y, en consecuencia, a la realización de lo que tales derechos implican.

## 2. Metodología

Para alcanzar los objetivos serán utilizados los siguientes *métodos de investigación jurídica*:

1. 1)- *método histórico* para identificar las principales líneas de desarrollo del reconocimiento de la naturaleza como objeto del Derecho a nivel internacional, así como sus manifestaciones en la historia constitucional y legislativa del Ecuador.

3. 2)- *análisis lógico* aplicado a la definición de los conceptos y variables fundamentales relacionadas con el tema para determinar sus peculiaridades y posibles interrelaciones; y para la interpretación de los operadores deónticos utilizados para reconocer los derechos de la naturaleza y a los demás sujetos de derechos.

4. 3)- *análisis exegético jurídico* en la interpretación de disposiciones jurídicas a los fines de identificar las diferencias esenciales de sus regulaciones relacionadas con la naturaleza como sujeto de derechos, así como los mecanismos institucionales y legislativos previstos para garantizar su efectividad;

5. La *técnica de investigación científica* propuesta es la de *análisis de documentos*, para determinar las tesis básicas de las obras relacionadas con el tema; dentro de esta técnica tendrá una especial aplicación el análisis de contenido aplicado a diferentes fuentes documentales relacionadas con la naturaleza como sujeto de derechos.

## 3. Resultados y Discusión

1. Algunos autores consideran que el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de de-

rechos constituye un sueño alcanzado por parte de los ambientalistas (7), que resulta en un cambio de paradigma (8), un nuevo paradigma (9) una novedad jurídica (10) que implicó el tránsito de un paradigma antropocéntrico a uno biocéntrico” (11) el texto anuncia la transición de la concepción antropocéntrica a otra biocéntrica en el derecho (12) a la vez que pone de manifiesto, por primera vez en la historia, el valor intrínseco de la Naturaleza como sujeto de existencia (13) el reconocimiento de los derechos de la naturaleza tiene un carácter inédito (14).

2. Desde el punto de vista de sus efectos o consecuencias, presentes o futuras, los elogios no son menos grandilocuentes: así, los derechos de la naturaleza constituyen una hecatombe para la tradición jurídica francesa romanista,<sup>15</sup> sin dejar de mencionar su significado descolonizador (16) y la premonición de que los derechos de la Naturaleza en un futuro estarán presentes en casi todas las Constituciones (17); una convicción que se sustenta en que el reconocimiento de los derechos de la Naturaleza no es una moda pasajera, o producto de una casualidad política. Será un atributo que terminará estando en casi todas las constituciones latinoamericanas (18).

3. Los elogios también se prodigan de la Constitución, la cual da la impresión de una gran capacidad de innovar el derecho constitucional [a la vez que] anuncia la transición de la concepción antropocéntrica a otra biocéntrica en el derecho (19) y ofrece muchas novedades e innovaciones entre ellas se encuentra un claro mandato ecológico [y la] impactante innovación de reconocer los derechos de la Naturaleza (20) dando lugar con ello a un nuevo paradigma ecosocial (21) que la sitúa como pionera a nivel mundial (22) en consideración a los pasos vanguardistas (23) que dio la Asamblea Constituyente.

4. Los méritos también le corresponden a esta última, cuyos miembros lograron así renovar la legislación ambiental convencional y combinar una mirada antropocéntrica con otra más biocéntrica y holística (24) [alcanzando con ello] grandes avances y el carácter precursor del derecho del medio ambiente (25) a la vez que dio pasos vanguardistas [con los que] la Asamblea Constituyente de Montecristi estableció un hito en la humanidad (26) con un paso constitucional [que] resultó ser de trascendencia planetaria y es ya un hito histórico (27).

5. Y para culminar los elogios dispensados por la atribución de derechos a la naturaleza en la Constitución, algunos autores los refieren al Estado ecuatoriano, el cual optó por algo más revolucionario: reconocer a la naturaleza o *Pacha Mama*, como sujeto de derecho (28), razón por la cual se constituyó en el primer país del mundo en reconocer los *derechos de la naturaleza* (29), siendo así el primer país en el mundo que hace este reconocimiento en su Carta Fundamental [lo cual lo] coloca en una situación de cierto liderazgo mundial (30).

6. No obstante, entre tanto regocijo, algunas voces se han alejado del concierto para aportar una cuota de lucidez y objetividad a los edulcorados comentarios de los defensores de la naturaleza como sujeto de derechos; en tal sentido Farith Simón Campaña se pregunta si los derechos de la naturaleza constituyen, como es común afirmar una innovación trascendental, una retórica política o un proyecto político (31) realizando para ello un análisis muy interesante basado en estudios de diferentes autores, básicamente ecuatorianos.

7. El autor declara que su intención es demostrar que en una perspectiva de teoría del derecho contemporánea y de derecho positivo no existe limitación alguna para realizar esta declaración [de la naturaleza como sujeto de derecho], algo que depende de un acuerdo político, y es parte de un proyecto político (32) desde esa perspectiva considera que la innegable novedad

constitucional, al declarar a la naturaleza como sujeto de derechos, se pierde cuando sus impulsores y defensores pierden de vista la condición humana del derecho y de las categorías jurídicas involucradas.”

8. Asimismo sistematiza los diferentes argumentos expuestos por los defensores, y distingue entre aquellos que se basan en una justificación utilitarista (entendida como todas las justificaciones que tienen su origen en la idea central de que reconocer a la naturaleza como sujeto de derechos es un medio para alcanzar cierto estado de cosas, por tanto, su valor está ligado al logro de ciertos objetivos), una justificación esencialista o del valor intrínseco de la naturaleza (se sustenta en la idea básica de que cuando se reconocen los derechos de la Naturaleza, se están admitiendo valores propios o intrínsecos en ella) y finalmente una justificación animista de la naturaleza (la naturaleza como ser vivo o viviente).

9. El autor Farith Simón Campaña concluye su trabajo su trabajo con suspicacia, refiriéndose a lo que llama experimentos normativos” y la premonición de que pronto estaremos estudiando, defendiendo y explicando la importancia de los derechos más básicos mientras le devuelve al ser humano su condición de ser el centro de todo.

10. Lo dicho hasta aquí en relación con los estudios dedicados a la regulación de los derechos de la naturaleza en el Ecuador, se refiere únicamente al *hecho del reconocimiento* en los artículos 10 y 71- 74 de la Constitución; sin embargo, cuando se pasa del análisis del texto al estudio de las posibles implicaciones prácticas, el tono del discurso es menos expresivo, y se puede constatar un cierto escepticismo en cuanto a que lo establecido en la Constitución pueda llevarse de manera eficaz y efectiva a la práctica.

11. Los más escépticos ponen en tela de juicio los motivos del reconocimiento de los derechos de la naturaleza a nivel constitucional: **¿Será tal vez que palabras bonitas como las del “buen vivir” o “derechos de la naturaleza” se usaron como marketing, para ganar más votos, pero que en el fondo son todo lo contrario pues no son aplicables? ¿Será inocente tanta contradicción y ambigüedad?** (33); otro autor considera que cada uno de los posibles efectos [del reconocimiento de los derechos a la naturaleza a nivel constitucional] pueden lograrse en ordenamientos jurídicos que no reconozcan a la naturaleza como sujeto de derecho (34).

12. Los que sustentan una visión teórica del tema ponen el énfasis en cómo hacer justiciables estos derechos, cómo representar a este sujeto que no se expresa en los términos de los humanos, pero que sin dudas se manifiesta desde una posición ética diferente sobre la utilidad de herramientas disponibles que pueden ser utilizadas en la defensa de la Pachamama (35) en tanto otro autor en la misma línea considera que la discusión ya deja de estar centrada en la validez de estas ideas, sino que ahora se debe expresar en cómo concretarlas (36).

13. Por nuestra parte consideramos que la existencia o no de un nuevo paradigma es siempre una cuestión abierta al diálogo intersubjetivo. El cambio sugerido entre un paradigma antropocéntrico donde el hombre es el elemento central de la naturaleza y el paradigma biocéntrico donde, por el contrario es la naturaleza como sujeto de derechos es el elemento central debe ser entendido a la luz de la filosofía de la ciencia. Efectivamente, en la teoría de la ciencia con el término paradigma se hace referencia a la ciencia normal o al núcleo del saber no cuestionado o aceptado por la comunidad científica en un momento determinado. El cambio de paradigma, por su parte, implica una transformación de la ciencia normal en ciencia extraordinaria

(37). En el caso de los autores que afirman que con el hecho de atribuirle la cualidad de sujeto de derecho a la naturaleza y adjudicarle derechos específicos, la idea de cambio de paradigma puede entenderse en dos sentidos distintos. Por un lado como un cambio de hecho, verificable en el texto constitucional, que consiste en reconocer una cualidad inherente al ser humano a un ente no humano. En el segundo sentido, el cambio de paradigma podría verificarse a nivel político o social, si pudiera verificarse que el hecho de atribuir a la naturaleza la cualidad de sujeto y adjudicarle derechos específicos ha influido en la manera en que relaciona el hombre con la naturaleza.

14. En nuestra opinión el cambio de paradigma solo es posible afirmarlo con respecto al primer sentido, no al segundo, puesto que en general la naturaleza sigue siendo en primer lugar una fuente de recursos para la satisfacción de las necesidades e intereses humanos y no un sujeto de derechos en el sentido que lo son las personas. Ello no excluye que el segundo sentido del cambio de paradigma sea deseable o posible, solo que en la actualidad no se corresponde con los hechos.

15. Desde un punto de vista práctico, las posibles dificultades para el ejercicio efectivo de los derechos reconocidos a la naturaleza se manifiestan en la inexistencia de una ley que los desarrolle, el poco conocimiento de las autoridades públicas y de los ciudadanos de la existencia de estos derechos y la falta de judicaturas especializadas en temas ambientales que puedan conocer las demandas que se realicen en torno a los mismos (38) [ya que] en el sistema judicial actual no existen jueces ambientales a pesar de que el Código Orgánico de la Función Judicial prevé la creación de judicaturas especiales de primera instancia para el conocimiento de reclamaciones por violación de derechos de la naturaleza y derecho al agua (39).

16. Otro argumento jurídico radica en que por falta de articulación entre esta normativa primaria y la normativa positiva secundaria los efectos obtenidos hasta la presente fecha, no son los esperados por la sociedad ecuatoriana, lo que nos conlleva a investigar sobre la existencia o no del respeto a los derechos de la naturaleza en nuestro país, para emprender en senda sugerencia destinada a una mejor articulación y resultado en la aplicación plena y cabal de esta institución jurídica de Derecho Constitucional (40).

17. Finalmente, desde una perspectiva más amplia que puede considerarse política o sociológica, se considera que la efectiva vigencia y exigibilidad de los Derechos de la Naturaleza exige renovados esfuerzos y decisión política por parte de los Estados [pero] la agenda extractivista de los Gobiernos de los países con las Constituciones más avanzadas de la región permanece intacta, lo cual es congruente con la afirmación de que los derechos de la Naturaleza encierran enormes desafíos que van de la ética a la política, la institucionalidad y la gestión (41).

18. Para cerrar la perspectiva político- sociológica, coincidimos con el autor Cletus Gregor Barié, quien considera que sigue vigente el desafío de cómo transformar narrativas constitucionales en normas coherentes e instituciones que establezcan políticas concretas y efectivas (42); esas políticas concretas y efectivas podrían resultar una broma, ya que, como afirma otro autor, tomarnos en serio la garantía de los derechos de la naturaleza implicaría crear una jurisdicción universal que permita una verdadera protección (43); y sería una broma porque tal jurisdicción no existe ni siquiera para los derechos humanos, que tienen una historia más larga y accidentada que los derechos de la naturaleza.

19. El análisis anterior permite afirmar que el reconocimiento de derechos a la naturaleza a nivel constitucional en el Ecuador tiene implicaciones de índole filosófica, política, teórica, social, económica y jurídica y, desde cada una de esas perspectivas existen argumentos que le atribuyen las mayores virtudes a ese hecho, al tiempo que algunas voces minoritarias, o bien disminuyen su pretendido carácter histórico universal, o bien lo consideran meramente retórico o jurídicamente irrealizable, por lo menos a mediano plazo o dentro de las estructuras institucionales existentes en el país.

20. Hasta aquí el recuento de lo que se dice o se niega en los escritos analizados; pasemos ahora a lo que no se dice o, más bien, al análisis desde una perspectiva sobre la cual muy poco se ha dicho: se trata de que siendo el reconocimiento de derechos a la naturaleza en calidad de sujeto un asunto técnico-jurídico en primer lugar, los análisis desde ese punto de vista se han centrado en discutir si puede o no la naturaleza ser sujeto de derechos, de la misma manera que lo son las personas individuales o las personas jurídicas, así como a comentar vía exégesis los artículos de la Constitución donde tales derechos se reconocen.

21. La respuesta a la cuestión de si la naturaleza es o no sujeto de derecho es clara: la decisión acerca de quién es o no es sujeto de derechos es una cuestión política, y en este caso fue una decisión de la Asamblea Constituyente de 2008 extender esa cualidad a la naturaleza y no solo a los seres humanos. De modo que la naturaleza sí es sujeto de derecho. Una consideración distinta merece la pregunta a si la naturaleza debería o no serlo, y cuáles serían las consecuencias prácticas de ese reconocimiento. Es por esa razón que las discusiones sobre la cualidad de la naturaleza como sujeto de derechos apuntan más hacia las consecuencias que hacia el hecho mismo del reconocimiento, y si ello implica realmente un cambio de orientación en cuanto a las relaciones del ser humano con la naturaleza o contribuye a una mejor protección del ambiente y los recursos naturales.

22. Más allá de las afirmaciones residuales acerca de la inexistencia de las instituciones adecuadas para una efectiva materialización de los derechos de la naturaleza, de que aún no se ha dictado la legislación complementaria, o de que, por falta de articulación entre la Constitución la legislación secundaria los efectos prácticos de tal reconocimiento no son los esperados hasta la fecha, no existe en la literatura revisada relativa al tema, un análisis jurídico del que pueda colegirse un resultado que *ponga de relieve los fundamentos teórico- jurídicos, constitucionales y prácticos de la cualidad de sujeto de derecho atribuida a la naturaleza en la Constitución ecuatoriana de 2008.*

23. Y es que desde un punto de vista jurídico-constitucional, y en lo que se refiere a los derechos de la naturaleza, es importante señalar que existe una sutil diferencia entre las personas individuales y los entes colectivos como sujetos de derecho por un lado, y por otro entre éstos y la naturaleza, a la que se le reconoce también la cualidad de sujeto de derechos; la diferencia radica en que, mientras los primeros son “titulares” [además de sujetos] de los derechos garantizados [no reconocidos] en la Constitución, la naturaleza no será titular sino únicamente “sujeto” de aquellos derechos que le reconozca la Constitución (44).

24. La discusión aquí no consiste en si la naturaleza puede ser o no sujeto de derechos; simplemente lo es porque así está establecido en la Constitución; lo que interesa analizar es si se puede establecer alguna diferencia sustancial entre *ser titular de un derecho* que se *garantiza* en la Constitución y *ser sujeto de un derecho* que se *reconoce en la Constitución*, ya que en

el lenguaje jurídico ser titular tiene una connotación diferente a ser sujeto de derechos: en el primer caso el fundamento u origen del derecho es la posesión de un título que así lo acredita, mientras que ser sujeto de derecho depende de que así sea reconocido en el Derecho vigente.

25. Siendo así se puede concluir que si bien la naturaleza es designada como sujeto de derechos en la Constitución, su origen o fundamento es diferente al que sustenta a los derechos de los demás sujetos identificados en el artículo 10: los derechos de las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos tienen un fundamento antropológico y universalista (son titulares de derechos por el simple hecho de ser seres humanos) mientras los derechos de la naturaleza tienen un fundamento exclusivamente normativo (solo tiene aquellos derechos que le reconozca la Constitución) y nacionalista (sólo tiene vigencia para el Ecuador que los reconoce como tales).

26. De ello se deriva otra diferencia importante: mientras que los derechos son *garantizados* a las personas, que son sus titulares, al margen de que les sean efectivamente reconocidos o no por el legislador, y en tal sentido su existencia no depende exclusivamente de su reconocimiento por parte de una autoridad política, los derechos de la naturaleza como sujeto de derechos tienen su fundamento en el reconocimiento que de ellos haga la autoridad política, de donde se deriva que dicha autoridad podría eventualmente ampliarlos, disminuirlos o suprimirlos, de la misma manera que los reconoció.

27. Aquí entra en consideración otra arista de la perspectiva jurídica del reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos; se trata de un punto de vista lógico jurídico que toma en cuenta tres operadores deónticos en que se basa el Derecho; las conductas, acciones u omisiones reguladas en un ordenamiento jurídico pueden ser en principio *obligatorias*, *prohibidas* o *permitidas*; no pueden ser dos cosas a la vez, pero lógicamente una misma conducta puede ser regulada mediante cualquiera de los tres operadores deónticos con un resultado similar.

28. Decir que la conducta X es obligatoria para el sujeto Y sería tanto como decir que Y tiene prohibido no realizar la conducta X; decir que la conducta X está permitida al sujeto Y sería lo mismo que decir que la conducta X no es ni obligatoria ni prohibida para Y; si la conducta X de Y es considerada como un derecho, se trataría de una conducta permitida (lo mismo que decir “no obligatoria” o “no prohibida”); el análisis precedente, aun siendo básicamente formal y sin referencia contextual alguna, solo es pertinente para sujetos de derechos dotados de conciencia y voluntad, a quienes se les puede prohibir, obligar o permitir determinadas conductas, y exigirles su cumplimiento.

29. Si se aplica ese análisis a los derechos reconocidos a la naturaleza como sujeto en el Ecuador, el resultado puede resultar poco gratificante para los defensores a ultranza de dichos derechos; que la naturaleza “tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos” (45) fue una decisión del Poder Constituyente; pero con todo el poder con que le es inherente, no habría podido establecer con respecto a la naturaleza, como sujeto de derechos, ninguna conducta que implicara cualquiera de los operadores deónticos con que funciona el Derecho.

30. Tampoco hubiera podido utilizar alguno de los operadores deónticos en relación con el derecho a la restauración que se le reconoce a la naturaleza (46); sería un contrasentido, por

ejemplo, imponer a la naturaleza como sujeto de derechos una “obligación de restaurarse”, una “prohibición de no restaurarse” “o un permiso para restaurarse”, aun considerando que el fundamento de tan insólitas exigencias es exclusivamente jurídico y, en consecuencia, sometidos en principio a la decisión de la autoridad política.

31. Las consideraciones anteriores permiten concluir de manera provisional que, en términos jurídicos, lo que con tanto énfasis se han considerado como derechos de la naturaleza reconocidos en la Constitución ecuatoriana de 2008, pueden ser mejor interpretados como derechos atribuidos a toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad indígena, para exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza, o como obligaciones impuestas al Estado consistentes en incentivar a los sujetos de derechos a proteger la naturaleza, o establecer los mecanismos más eficaces para propiciar y promover su restauración.

32. Esa interpretación de los derechos reconocidos a la naturaleza como sujeto devuelve toda la discusión sobre el tema al cauce jurídico- político que le es propio, a la vez que despeja varias incógnitas que es muy difícil aclarar desde perspectivas no jurídicas; una de ellas consiste en cómo hacer efectivos los derechos reconocidos a la naturaleza, al margen del carácter de norma suprema de la Constitución que debe prevalecer sobre cualquier otra del ordenamiento jurídico (47) y la mejor manera conocida hasta ahora es crear los mecanismos políticos, jurídicos e institucionales necesarios para que esos derechos sean funcionales.

33. Dichos mecanismos no se agotan en declaraciones de principios o un manual de buenas intenciones; antes bien exigen la creación de instituciones administrativas y judiciales, la adopción de políticas públicas sostenibles y permanentes, así como el diseño e implementación de procedimientos legales que permitan una acción rápida y efectiva ante acciones u omisiones de los demás sujetos de derechos, incluido el Estado, que puedan vulnerar o desconocer lo que como derechos se le reconoce a la naturaleza.

34. Por cierto que en este caso se trataría de una jurisdicción distinta a otras especializadas como la jurisdicción indígena, puesto que mientras aquella tendría competencia en todo el territorio nacional para asegurar la protección de los derechos reconocidos a la naturaleza cuando ellos sean la pretensión principal del accionante, la indígena solo está habilitada para conocer de sus conflictos internos aplicando sus propias reglas y prácticas, en la medida en que no sean contrarias al orden público, la Constitución o los derechos humanos, tal cual lo exige la Constitución de 2009 en su artículo 171.

35. Los derechos reconocidos a la naturaleza se convierten así en obligaciones/prohibiciones para el Estado y las personas, y con respecto a aquél o éstas es que debe investigarse si se han cumplido o no, y en qué medida, la creación de las condiciones materiales, institucionales y normativas necesarias para que los derechos de la naturaleza como sujeto no pasen de ser meras declaraciones, o una manera de desentenderse de sus responsabilidades, atribuyendo como derechos a la naturaleza lo que en realidad constituyen obligaciones propias.

36. La novedad que ciertamente debe reconocerse a la Constitución del 2008 es haber establecido como derechos de la naturaleza, lo que hasta el momento en la mayoría de las constituciones es expresado como obligaciones de los Estados y los individuos, considerados individual o colectivamente; en lo que sigue trataremos de investigar si dicha novedad constitucional ha tenido y tiene en la actualidad resultados institucionales o normativos que puedan considerarse

coherentes y pertinentes, para que aquellos derechos sean realmente aplicados o reclamados en caso de violación.

37. Lo primero que debe señalarse es que no existe un mandato legal o una reserva de ley que imponga a la función legislativa la obligación de desarrollar los derechos de la naturaleza como sujeto; por tal motivo el que no exista una ley especial sobre la materia no implica una omisión legislativa, sino un hecho que puede ser interpretado de maneras diferentes desde el punto de vista de la política legislativa y el Derecho vigente; como no existe tal ley exploraremos la segunda posibilidad, a los fines de determinar si el Derecho vigente y las instituciones existentes pueden garantizar el ejercicio de los derechos reconocidos a la naturaleza.

38. En términos de mandatos el principal que puede identificarse con respecto a la materia es el contenido en el artículo 246 del Código Orgánico de la Función Judicial (48); el precepto no es ciertamente un mandato, sino una facultad discrecional atribuida al Consejo de la Judicatura que hasta la fecha no la ha ejercido en relación con los derechos de la naturaleza; no obstante que no exista una jurisdicción especial para conocer de la violación de los derechos de la naturaleza no es un impedimento legal para que puedan ser reclamados por vía jurisdiccional.

39. Y no es impedimento legal porque, por un lado la Constitución es norma suprema directamente aplicable e invocable, lo que significa que no es *imprescindible* la existencia de leyes especiales para su efectiva aplicación, y porque tal vacío jurisdiccional pudiera ser llenado a través del ejercicio de la Acción de Protección prevista en su artículo 88 y desarrollada en los artículos 40- 42 de la Ley Orgánica de Garantías Constitucionales y Control Constitucional, donde regula la Acción de Protección, que se podrá presentar ante la “Inexistencia de otro mecanismo de defensa judicial adecuado y eficaz para proteger el derecho violado” (49).

40. Para el ejercicio de la Acción de Protección será competente la jueza o juez del lugar en el que se origina el acto o la omisión o donde se producen sus efectos, quien deberá aplicar un procedimiento sencillo, rápido y eficaz; para interponerlo está legitimada cualquier persona, grupo de personas, comunidad, pueblo o nacionalidad (50); ese fue precisamente el camino seguido por dos personas hasta conseguir que un tribunal emitiera la “primera sentencia de Ecuador y del mundo defendiendo los derechos de la naturaleza”( 51).

#### 4. Conclusiones

Como síntesis de todo lo dicho hasta aquí procede formular las siguientes conclusiones provisionales:

1. a)- En la Constitución de la República del Ecuador de 2008 se establece en su artículo 10 que la naturaleza será sujeto de aquellos derechos que se le reconozcan en la propia Constitución. Los derechos que se le reconocen están previstos en los artículos 71. 74 y son el derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos y el derecho a la restauración.

2. b)- El hecho mismo del reconocimiento suscitó y aún suscita una aprobación casi generalizada entre los estudiosos que han escrito y publicado sobre el tema; considerando que reconocer derechos a la naturaleza constituye un hito para el constitucionalismo mundial, un cambio de paradigma en las relaciones hombre naturaleza y, en fin, un hecho único de relevancia universal.

3. c)- El entusiasmo generalizado disminuye un poco su nivel cuando se desciende de los fundamentos filosóficos, políticos o teóricos al plano del Derecho, especialmente cuando se impone la necesidad de explicar cómo hacer efectivos dichos derechos más allá de las declaraciones de principios, buenas intenciones o uso propagandístico de carácter político.
4. d)- En ese punto los estudiosos coinciden en reconocer las dificultades prácticas que supone el ejercicio efectivo reconocidos a la naturaleza, no solo desde el punto de vista de su consideración como sujeto de derechos y no como objeto de regulación jurídica, sino también en cuanto al desarrollo legislativo e institucional necesario para que los defensores de los derechos de la naturaleza puedan recurrir ante los órganos jurisdiccionales para demandar ante posibles violaciones.
5. e)- Coinciden también en que no existen en el Ecuador los desarrollos legislativos e institucionales necesarios para una adecuada protección de los derechos atribuidos a la naturaleza como sujeto, ya que no se ha dictado aún una ley especial que desarrolle su contenido, alcance, límites y procedimientos especiales a seguir en casos de violación o desconocimiento de dichos derechos; así como tampoco se han creado hasta el momento las judicaturas especiales de primer nivel previstas en el Código Orgánico de la Función Judicial.

### **Bibliografía**

1. Diego Paúl Viteri Núñez. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Unidad de Admisión y Nivelación. Correo electrónico diego.viteri@yahoo.de
2. Artículos 10 y 71- 74.
3. Artículo 10.
4. Cárdenas, Carla. “Los derechos de la naturaleza y la Constitución en el Ecuador. Interrogantes sin respuesta.” En: *Revista de Bioética y Derecho*, No. 15/enero 2009, p. 24.
5. Martínez Dalmau, Rubén en: **¿Qué es el “nuevo constitucionalismo latinoamericano”?** Entrevistado por **Juan Manuel Sosa Sacio** y publicada en *Gaceta Constitucional* No. 52. Pp. 301- 308.
6. Melo, Mario. “Derechos de la Naturaleza, globalización y cambio climático.” En: *Líneas Sur*, No. 5/2013, pp. 43 y ss.
7. Cárdenas, Carla. “*Los derechos de la naturaleza...*”, p. 24.
8. Suárez, Sofía. “Defendiendo la naturaleza: Retos y obstáculos en la implementación de los derechos de la naturaleza Caso río Vilcabamba.” En: *Energía y Clima*, Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental, y Friedrich-Ebert-Stiftung Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales ILDIS, Quito, Ecuador agosto 2013, p. 3.
9. Melo, Mario. “*Derechos de la Naturaleza, globalización...*”, p. 44.
10. Barié, Cletus Gregor. “Nuevas narrativas constitucionales en Bolivia y Ecuador: el buen vivir y los derechos de la naturaleza.” En: *Latino América* No. 2/2014, p. 19.

11. Benavides Ordóñez, Jorge. Prólogo a Prieto Méndez, Julio Marcelo. *Derechos de la naturaleza Fundamento, contenido y exigibilidad jurisdiccional*. Corte Constitucional del Ecuador; CEDEC 1ª ed. Quito, 2013, p. 15.
12. Barié, Cletus Gregor. “Nuevas narrativas constitucionales...” p. 26.
13. Del Campo Arnaudas, Urko. “*Los Derechos de la Naturaleza en Ecuador...*” p.1.
14. Cruz Rodríguez, Edwin. “Derechos de la descolonización e interculturalidad. Acerca del caso ecuatoriano.” En: *Verba Iuris* No. 31/enero- junio 2014, Bogotá D.C. Colombia, p. 16.
15. Trujillo, R. *Manual Para Defensores y Defensoras de Derechos Humanos y la Naturaleza*. Quito-Ecuador, Pichincha, Ecuador: Imprenta Cotopaxi, 2010.
16. Cruz Rodríguez, Edwin. “*Derechos de la descolonización e interculturalidad...*” p. 19.
17. Eduardo Gudynas. “Los derechos de la Naturaleza en serio. Respuestas y aportes desde la ecología política.” *Sf/ed*, p. 240.
18. *Ídem*, p. 282.
19. Barié, Cletus Gregor. “*Nuevas narrativas constitucionales...*” p. 26.
20. Eduardo Gudynas. “Los derechos de la Naturaleza en serio Respuestas y aportes desde la ecología política.” P. 239.
21. Prieto Méndez, Julio Marcelo. *Derechos de la naturaleza Fundamento...* p. 86.
22. Acosta, Alberto. “A modo de prólogo: Los derechos de la naturaleza o el reencantamiento del mundo.” En: Martínez Yáñez, Esperanza. *La naturaleza entre la cultura, la biología y el derecho*. Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo, Quito, Ecuador, 2014, p. 8.
23. Acosta, Alberto. “*A modo de prólogo...*” p. 7.
24. Barié, Cletus Gregor. “*Nuevas narrativas constitucionales...*” p. 27.
25. *Ídem*, p. 34.
26. Acosta Alberto. “Hacia la Declaración Universal de los Derechos de la Naturaleza Reflexiones para la acción.” Artículo para la revista de AFESE, 24 de agosto del 2010, p. 6- 7.
27. Acosta, Alberto. “*A modo de prólogo...*”, p. 8.
28. Roa Avendaño, Tatiana. “**¿Derecho a la naturaleza o Derechos de la Naturaleza?**” Quito, 2009, p. 1.
29. *Ídem*, p. 2.
30. Melo, Mario. “Los derechos de la naturaleza: Un paradigma emergente frente a la crisis ambiental global.” *Sf/se*, p. 2.
31. Campaña, Farith Simón. “Derechos de la naturaleza: ¿innovación trascendental, retórica jurídica o proyecto político?” En: *Iuris Dictio*, Vol. 15/enero- junio 2013, pp. 9- 38.
32. *Ídem*, p. 31.
33. Cárdenas, Carla. “*Los derechos de la naturaleza...*” p. 2.

34. Campaña, Farith Simón. “*Derechos de la naturaleza...*” p. 24.
35. Berros, Valeria. “El estatuto jurídico de la naturaleza en debate (*meulen* en el mundo del derecho).” En: *Revista de Derecho Ambiental* No. 36/diciembre 2013, Abeledo Perrot, Buenos Aires, p. 10 y 17.
36. Eduardo Gudynas. “*Los derechos de la Naturaleza en serio...*” p. 283.
37. Thomas Khun. *La estructura de las revoluciones científicas*. Breviarios del Fondo de Cultura Económica, México, 1971, especialmente capítulo VII La respuesta a la Crisis, pp. 128 y ss.
38. Suárez, Sofía. “*Defendiendo la naturaleza...*”, p. 1.
39. Ídem, p. 4.
40. Paredes Zambrano, Huaira Yajana. “Derechos de la naturaleza en el ordenamiento constitucional vigente.” Tesis Previa a la Obtención del Título de Abogada, Universidad central del Ecuador, Facultad de Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales, Quito, 2014, p. 3.
41. Melo, Mario. “*Derechos de la Naturaleza...*” p. 52.
42. Barié, Cletus Gregor. “*Nuevas narrativas constitucionales...*”, p. 33.
43. Benavides Ordóñez, Jorge. Prólogo a Prieto Méndez, Julio Marcelo. *Derechos de la naturaleza...*p. 18.
44. Constitución de la República del Ecuador de 2008. Artículo. 10.
45. Constitución de la República del Ecuador de 2008. Artículo 71.
46. Constitución de la República del Ecuador de 2008. Artículo 72.
47. Constitución de la República del Ecuador de 2008 Artículo 424.
48. Código Orgánico de la Función Judicial. Registro Oficial de 9 de marzo de 2009. Artículo 246.
49. Ley Orgánica de Garantías Constitucionales y Control Constitucional Artículo 40.
50. Constitución de la República del Ecuador. Artículo 86.
51. Cfr. Suárez, Sofía. “*Defendiendo la naturaleza...*”, pp. 1- 14.

# ***Evaluación de las asignaciones presupuestarias de proyectos de inversión pública del área urbana del cantón Riobamba y su incidencia en el desarrollo local, período 2015-2016***

*(Evaluation of budget allocations for public investment projects in the urban area of Riobamba canton and its impact on local development, 2015-2016 period)*

L. Moyon <sup>(1)</sup>, D. Gallegos <sup>(2)</sup>, M. Barba <sup>(3)\*</sup>, G. Robalino <sup>(4)</sup>

(1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Instituto de Postgrado y Educación Continua

(2) Universidad Nacional de Chimborazo

(3) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(4) Universidad de Zulia Venezuela

\*Correspondencia. Tel.: 0999710893 E-mail: marlene.barba@epoch.edu.ec (M. Barba)

## **RESUMEN**

El principal objetivo del presente ensayo es evaluar las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública en el área urbana del Cantón Riobamba y su incidencia en el Desarrollo Local en el período 2015-2016, el presente trabajo de investigación fue correlacionar porque permitió conocer la relación o grado de asociación que existió entre la inversión pública, las asignaciones presupuestarias y el desarrollo local; a través de la aplicación de las variables de análisis estadístico: ANOVA y LEVENE; determinando así, cómo influyó esta relación de variables en mejorar la calidad de vida de la población considerando una correcta visión de desarrollo local en sus dimensiones: económica, social y territorial. De tal forma que se realice una revisión a la gestión realizada en la elaboración, ejecución y evaluación presupuestaria de los recursos económicos provistos por el Gobierno Local y Nacional; su uso, su beneficio y los resultados obtenidos, que permitan un aporte significativo en la evaluación de la inclusión de un adecuado modelo de ordenamiento territorial previsto a través de la Constitución y leyes vigentes para verificar que la ciudadanía se encuentre en un entorno ordenado, organizado y con acceso a

un desarrollo local sostenible y sustentable en el tiempo.

**Palabras clave:** Ordenamiento Territorial, Territorio, Presupuesto, Desarrollo Local, Evaluación.

## **ABSTRACT**

The main objective of this essay is to evaluate the budget allocations of public investment projects in the urban area of the Riobamba Canton and its impact on Local Development in the period 2015-2016, the present research work was correlated because it allowed to know the relationship or degree of association that existed between public investment, budget allocations and local development; through the application of statistical analysis variables: ANOVA and LEVENE; determining how this relationship of variables influenced to improve the quality of life of the population considering a correct vision of local development in its dimensions: economic, social and territorial. In such a way that a review is made of the management carried out in the preparation, execution and budgetary evaluation of the economic resources provided by the Local and National Government; its use, its benefit and

the results obtained, which allow a significant contribution in the evaluation of the inclusion of an adequate model of territorial ordering foreseen through the Constitution and laws in force to verify that citizenship is in an orderly, organized

environment and with access to sustainable local development that is sustainable over time.

**Keywords:** Territorial Planning, Territory, Budget, Local Development, Evaluation.

## 1. Introducción

Al mencionar la planificación territorial; para Albuquerque manifiesta que tradicionalmente se concibe desde la óptica de un ordenamiento urbanístico; y que legalmente, se sustenta en situaciones como el territorio y el suelo; pero este criterio ha cambiado con el paso del tiempo, a tal punto que actualmente se establece que la planificación territorial debe orientarse a normar y mejora el convivir humano, lo que se entendería como una visión de desarrollo (1).

Se busca diseñar a partir de un diagnóstico; un modelo territorial que permita lograr los objetivos planteados a largo plazo; al tiempo que se busca definir las medidas necesarias para avanzar en la dirección de hacer realidad lo planificado dentro de un territorio determinado, sin embargo, hay que anotar que la planificación territorial va más allá de la mera limitación de zonas y representa una opción indispensable de consenso social y económico; es un instrumento para la armonización territorial y de legibilidad espacial que permite lograra objetivos comunes a través de la participación ciudadana en cada uno de los espacios donde se requieren cambios estructurales que promuevan el desarrollo local (3).

El Desarrollo Local “es un proceso de desarrollo integral, que conjuga la dimensión territorial, las identidades o dimensión cultural, la dimensión política y la dimensión económica. Es una apuesta a la democratización de las localidades, al desarrollo sustentable y equitativo repensando las potencialidades del territorio y la sociedad local.” (8).

Mientras Albuquerque en su opinión dice que el Desarrollo Local como un proceso de transformación de la economía y sociedad territorial orientado a superar las dificultades y exigencias del cambio estructural, la apertura y la globalización, con el fin de mejorar las condiciones de vida de la sociedad (6).

En este contexto, se debe anotar que la (14) se ha planteado mejorar nuestro mundo al 2030; para lo cual, se ha propuesto objetivos de desarrollo sostenible de entre los que se busca lograr que las sociedades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; entre sus metas se pretende asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales (6).

Lo local, en relación a la perspectiva del desarrollo la considera como “una dimensión que supera la territorialidad geográfica, se lo distingue en la medida que afecta a un “espacio de convivencia” en el que se construyen las relaciones humanas y la vida en una sociedad y un entorno territorial. Así se asume a esta dimensión como proceso cuando se opta por una acción intencional de desarrollo para lograr una identidad propia del entorno. El desarrollo dentro de lo local, antes mencionado, se puede entender como la oportunidad para recibir nuevas influencias y trasladar experiencias que coadyuven y mejoren la calidad de vida de sus habitantes.” (21).

Así el desarrollo local “es un proceso en el que una sociedad local, manteniendo su propia identidad y su territorio, genera y fortalece sus dinámicas económicas, sociales y culturales, facilitando la articulación de cada uno de estos subsistemas, logrando mayor intervención y control entre ellos, (7).

De la misma manera el Comité Económico y Social de las Comunidades Europeas en 1995 lo define como el proceso que reactiva a la economía y dinamiza a la sociedad local a través de aprovechar de manera eficiente aquellos recursos endógenos existentes en una determinada zona, que sean capaces de estimular y diversificar su creciente economía, generar empleo y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad, siendo el resultado de un compromiso en el que, se entiende como espacio de solidaridad activa (22).

Para lo cual interviene el Ordenamiento Territorial que es “un conjunto de actuaciones, fundamentalmente de relocalización, encaminadas a corregir dos tipos de desórdenes territoriales: uno, de carácter socioeconómico que afecta a las partes desequilibradas, y otro físico o ecológico que incide en los elementos del territorio incompatibles entre sí”. Esta definición tendría un doble objetivo: el desarrollo territorial equilibrado y la ordenación sostenible de los usos del suelo (4).

Su aplicación debe ser a todos los niveles y escalas territoriales, el sistema territorial debe ser entendido y planificado como una totalidad, entendiendo que lo que se desarrolla es el territorio; propone que la planificación territorial sería la última etapa del proceso para elaborar un Plan de Ordenamiento Territorial, el modelo territorial sería la imagen objetivo a alcanzar, que se sería en el instrumento fundamental para racionalizar los usos del suelo, el modelo territorial es el punto de partida y de llegada del proceso (4).

Partiendo de la evaluación de proyectos es el proceso de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios en un determinado período de tiempo, siendo la correcta identificación de beneficios la parte más importante, ya que a partir de ésta se basa el análisis para tomar una adecuada decisión. Una identificación errónea, puede provocar que se asignen recursos a programas o proyectos que no son convenientes, desplazando a aquellos que sí lo son (13).

La administración de Estado no ha sido una tarea fácil, de ahí que se requiere de una organización en función del territorio y su número de habitantes. Se debe diferenciar la organización territorial de la administrativa. El Estado Ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. Por razones de conservación ambiental, étnico-culturales o de población podrán constituirse regímenes especiales. (11).

El (10), establece como principio la equidad territorial a fin de lograr un desarrollo equilibrado en cada jurisdicción; determina las competencias y norma las actividades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, ahí la autonomía financiera va a pesar en la conformación de su presupuesto, así como su dependencia del gobierno central Sus fuentes de financiamiento son: Ingresos Propios, Transferencias del Presupuesto General del Estado, Otro tipo de transferencia, Rentas por Explotación e Industrialización de Recursos Naturales no Renovables, Recursos Provenientes de Financiamiento (10).

Es necesario, resaltar que si bien existen varias fuentes de financiamiento para los Gobiernos Autónomos Descentralizados y una de ellas es el financiamiento por parte del

Gobierno Nacional, es necesario que generen sus propios recursos financieros de conformidad con los principios de subsidiariedad, solidaridad y equidad (11).

En concordancia con estas competencias el (10) establece en sus artículos 41 y 43 sobre la planificación dice que los planes de desarrollo son las directrices principales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo en el territorio, tendrán una visión de largo plazo, y serán implementados a través del ejercicio de sus competencias asignadas por la Constitución de la República y las Leyes, así como de aquellas que se les transfieran como resultado del proceso de descentralización.

Así, los planes de desarrollo se convierten en los instrumentos de la planificación del desarrollo que tienen por objeto el ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamiento humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos para la materialización del modelo territorial de largo plazo, establecido por el nivel de gobierno respectivo (10.).

Por lo expuesto, los planes de desarrollo deben tener un diagnóstico, una propuesta y un modelo de gestión, así los Gobiernos Autónomos Descentralizados establecen de forma clara y precisa la situación del territorio y pueden establecer programas y proyectos para que en el mediano y largo plazo se mejore las condiciones de vida de la población.

La ejecución de estos planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial permiten sentar las bases en las ciudades donde se abordan políticas con carácter sustentable; fortalecer las administraciones locales, mejorar los procesos de descentralización administrativa a través de la delegación de funciones en delimitación de objetivos y en la ejecución de los planes, además de fomentar el desarrollo económico de los territorios, la construcción de infraestructuras regionales y, finalmente, la consolidación de un verdadero Estado-Nación en el territorio.

Según la guía establecida por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo para la elaboración de los planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial es importante el rol de las diferentes agentes de los territorios (públicos, privados y sociales), en la que su aporte esté presente en cada etapa de este proceso, ya que de esta manera se puede identificar fácilmente las necesidades del territorio y así establecer estrategias que sean solución de la problemática local y sin dejar de fomentar el desarrollo local.

Es importante mencionar que dentro del Plan Nacional del Buen Vivir, se establece lineamientos para el Ordenamiento Territorial que los GAD deben tomar en cuenta un conjunto de políticas democráticas y participativas de los gobiernos autónomos descentralizados que permiten su apropiado desarrollo territorial, así como una concepción de la planificación con autonomía para la gestión territorial, que parte de lo local a lo regional en la interacción de planes que posibiliten la construcción de un proyecto nacional, basado en el reconocimiento y la valoración de la diversidad cultural y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas y ambientales, proponiendo un nivel adecuado de bienestar a la población en donde prime la preservación del ambiente para las futuras generaciones (Plan Nacional del Buen Vivir, 2009 – 2013).

Por estas razones es importante que los planes de ordenamiento territorial y que los

planes de desarrollo estén articulados en base a los objetivos del Gobierno Nacional, porque solo así se podrá cumplir con los objetivos locales, regionales y nacionales; el ordenamiento territorial en el Ecuador es entendido como una asignación de uso y ocupación del territorio, un instrumento de planificación que se concreta en la representación de modelos territoriales a futuro utilizando los sistemas de información geográfica, pero que se busca logara una correcta articulación y sinergia entre los agentes presentes en los territorios para que en base de esta dinámica de planeación se logren articular a todos en función del bien común.

De acuerdo al nuevo ordenamiento territorial enmarcado en la constitución el cantón Riobamba es la capital de la provincia de Chimborazo y es parte del zona 3 junto a las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Pastaza; está situado a 2.750 metros sobre el nivel del mar, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito, se encuentra en la región Sierra Central; es la cabecera cantonal de la Provincia de Chimborazo, posee cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes; y once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijés, Licán, San Luis y Pungalá. (GAD Riobamba, 2015).

Al respecto, en base a la información disponible el presupuesto del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Riobamba en el 2015 fue de \$ 122.102.820,78 en el 2016 el presupuesto fue de \$ 120.536.394,28, lo que representa una variación relativa de - 1,28%.

El gasto corriente en el año 2015 se registró un presupuesto de \$ 15.117.236,05 mientras que en el 2016 fue de \$ 19.220.279,68, lo que significó una variación relativa de alrededor del 27, 14%., así en el 2015 el presupuesto de gastos de inversión fue de \$ 106.983.569,73 y en el año 2016 fue de \$ 101.314.098,60 lo cual significo una disminución del 5,30% en variación relativa.

En cuanto a la ejecución del gasto en el año 2015, se comprometió un 82,02% del presupuesto codificado, con una ejecución del gasto corriente del 99, 90 % y del gasto de inversión 77,50 %, para el año 2016 la ejecución del gasto fue del 80, 44 % del presupuesto codificado, del cual se ejecutó en el gasto corriente un 88,75% y del gasto de inversión establecido un 78,87%. A continuación las cifras en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Presupuesto del GAD Riobamba Periodo: 2015-2016.*

TIPO	INGRESOS PRESUPUESTA- RIOS		GASTOS COMPROMETI- DOS		FINAN- CIA- MIENTO	RESULTADOS OPERATIVOS % GESTIÓN CUMPLIDA	
	2015	2016	2015	2016		2015	2016
<b>CORRIEN- TE</b>	15.117.236,05	19.220.279,68	15.102.496,76	17.057.115,45	FONDOS PROPIOS	99,90%	88,75%
<b>INVERSION</b>	106.983.569,73	101.314.098,60	85.046.883,22	79.905.263,34	FONDOS FISCALES	79,50%	78,87%
<b>TOTAL</b>	122.102.820,78	120.536.394,28	100.151.394,98	96.964.394,79		82,02%	80,44%

Fuente: GAD. RIOBAMBA- LOTAIP.  
Elaborado por: Autores.

Es necesario analizar la inversión del gobierno municipal a través de sus asignaciones presupuestarias de los años 2015 y 2016 en el área urbana fue de \$ 37.397.029,83, pero por observar y evaluar la calidad del gasto de inversión.

Durante los años 2015 y 2016 se realizaron obras de infraestructura, consultorías y eventos sociales, turísticos, económicos y productivos que se encuentran registradas en el portal web del GAD Riobamba y en el Sistema Nacional de Contratación Pública; una vez revisada esta información se ha podido determinar los procesos más representativos en el área urbana del Cantón Riobamba, de la información disponible se ha considerado en el año 2015 a 61 procesos de contratación pública que suman \$ 11.571.267,00; mientras que en el año 2016 a 55 proyectos de contratación pública por un valor de \$ 25.834.962,83 de diferente índole entre los que cuales se puede destacar: estudios de factibilidad para construcción de parqueaderos, construcción, mejoramiento y readecuación de infraestructura en mercados, señalización de calles, eventos artísticos, de promoción turística, adoquinamiento de varias calles, alcantarillado pluvial, material de bacheo, perforación de pozos, readecuación de parques y mercados.

## 2. Materiales y Métodos

Los métodos utilizados en el presente trabajo investigativo son el método científico, se utilizará este método ya que las ideas, conceptos, y teorías expuestas en este trabajo de investigación son verificables como válidos, además que servirá para recopilar la información necesaria para determinar la incidencia en el desarrollo local a través de la evaluación de la inversión pública en el área urbana del cantón; método deductivo debido que al estudiar en forma general la problemática establecida en este proyecto de investigación se podrá determinar una correcta valuación de las asignaciones presupuestarias en la inversión pública; método comparativo: ya que se deberá comparar cada uno de los resultados estudiados en periodos de tiempo establecidos en este proyecto de investigación; método analítico: permite el análisis y observación de un hecho particular el cual se puede explicar y argumentar efectivamente.

La población está constituida por información del INEC (Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2010), se determina la población o universo de la siguiente manera: Población total: 225.741 habitantes Población mayor a 15: 161.488 habitantes, La muestra estará dada por la misma forma de aplicación de las encuestas que se realizarán a los beneficiarios de los servicios que se otorgan a la ciudadanía del cantón Riobamba que el mismo estarán los involucrados considerados para el estudio y como el universo no es extenso se aplica el mismo número para la muestra que es igual a 383 obtenido de la fórmula:

$$n = \frac{K^2 pqN}{E^2(N-1) + K^2 pq} \quad (1)$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

K 2= Coeficiente de confiabilidad

P= Proporción de la población que tiene la característica que nos interesa medir q= Es igual a (1- p), es la proporción de la población que no nos interesa

N= Población o Universo

E= Máximo error permisible

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.1)(0.9)(161488)}{(0.05)^2 (161488 - 1) - (1.96)^2 (0.1)(0.9)} \quad (2)$$

$$n = 383$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra que se estableció para esta investigación fue de 383 casos.

Es necesario analizar la inversión del gobierno municipal a través de sus asignaciones presupuestarias de los años 2015 y 2016, con la finalidad para lo cual revisaremos su ejecución presupuestaria y los procesos de contratación pública que mediante el portal compras públicas y ley de acceso a la información pública, se encontraron enmarcados en los siguientes componentes:

- Sustentabilidad Ambiental /Sistema Físico Ambiental
- Desarrollo Humano /Sistema Social y Cultural
- Ordenamiento Territorial / Sistema de Asentamientos humanos
- Sistema de Movilidad y conectividad / Movilidad, energía y conectividad
- Desarrollo Económico /Componente Económico Productivo

### 3. Resultados y Discusión

Para conocer si el presupuesto asignado a los proyectos y obras sociales, fue necesario emplear encuestas, considerando una muestra de 383 casos de personas comprendidas desde los 15 años en adelante que habitan en las 5 parroquias urbanas del Cantón Riobamba, con un 95% de confiabilidad en cuanto a los resultados obtenidos y desde una panorámica in situ conocer la percepción de la ciudadanía. De allí que, al utilizar la prueba estadística del ANOVA, se tiene:

*Tabla 2. Aplicación estadística Anova.*

<b>¿Incide la Inversión Pública en el Desarrollo Local?</b>					
	<b>Sum of Squares</b>	<b>Df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Between Groups	2,916	10	,292	1,209	,283
Within Groups	89,726	372	,241		
Total	92,642	382			

*Elaborado por: Autor.*

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor nos sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba es una generalización del contraste de igualdad de medias para dos muestras independientes. Se aplica para contrastar la igualdad de medias de tres o más poblaciones independientes y con distribución normal.

En este caso se plantea la hipótesis nula y una alternativa, que son las siguientes:

H<sub>0</sub> = Las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública en el área urbana del Cantón Riobamba, inciden en el desarrollo local de su población.

H<sub>1</sub> = Las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública en el área urbana del Cantón Riobamba, no inciden en el desarrollo local de su población.

Se interpreta que, en la tabla ANOVA, y dado que el valor del nivel de significación es 0,283 es  $\geq 0,05$ , se acepta la hipótesis nula H<sub>0</sub>; es decir que, las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública en el área urbana del Cantón Riobamba, inciden en el desarrollo local de su población; se deduce entonces que, al aplicar la prueba ANOVA, los resultados numéricos, brindan argumentos que comprueban la significación de la hipótesis de este trabajo de investigación; la cual afirma que, las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública en el área urbana del Cantón Riobamba, inciden en el desarrollo local de su población.

En otro aspecto, la inversión pública del área urbana del cantón Riobamba por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado, para su evaluación, se ha definido de acuerdo a las tres dimensiones del desarrollo local: territorial, gestión social y económico-productivo. Adicionalmente, junto al eje vertical de gestión administrativa que proviene del ente público en la ejecución de las asignaciones presupuestarias y de procesos de contratación pública incidieron en el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

Al respecto, se aplicará la escala de valoración tipo Linkert, la cual permite tener una percepción de los parámetros de: inversión, gestión y el presupuesto utilizado una escala de valoración de 4 opciones que unifican algunos parámetros, de acuerdo al siguiente detalle:

- Excelente: se valora al cumplir dos parámetros; entre el 91% al 100% de los procesos de contratación pública en estado finalizado; y entre el 1% al 10% de procesos en estado de adjudicado de todos los procesos desarrollados en cada dimensión.
- Muy buena: se valora al cumplir dos parámetros; entre el 51% al 90% de los procesos de contratación pública en estado finalizado; y entre el 11% al 30% de procesos en estado de adjudicado de todos los procesos desarrollados en cada dimensión.
- Buena: se valora al cumplir dos parámetros; entre el 26 % al 50% de los procesos de contratación pública en estado finalizado; y entre el 31 % al 60% de procesos en estado de en estado de ejecución y/o en proceso de todos los desarrollados en cada dimensión.
- Regular: se valora al cumplir dos parámetros; entre el 1% al 25% de los procesos de contratación pública en estado finalizado; y entre el 61% al 100% de procesos en estado de ejecución y/o en proceso de todos los desarrollados en cada dimensión.

Así, al valorar cada una de las tres dimensiones del desarrollo local, se toma en cuenta la gestión administrativa como parte fundamental para establecer si existió o no una adecuada acción para no cumplir con la meta de ejecución presupuestaria sino más bien ir más allá en la calidad del gasto, que parte de la elaboración de un presupuesto participativo donde se establecieron prioridades y la solución de las principales tareas pendientes del GAD Riobamba visualizados como son: provisión de agua potable las 24 horas del día, una red vial adecuada, espacios de esparcimiento, parques lineales, acceso a internet y conectividad. Bajo estos parámetros, el comportamiento de las dimensiones del desarrollo local; en el año 2015 se encuentra en la siguiente tabla:

*Tabla 3. Evaluación De Componentes Del Desarrollo Local 2015.*

AÑO 2015									
DIMENSIÓN	ESTADO	OBRA	ESTUDIO	ADQUISICIÓN	EVENTO	TOTAL	PORCENTAJE	CALIFICACIÓN	
TERRITORIAL	1	FINALIZADO	16	1	6	23	64%	MUY BUENA	
	2	EN RECEPCIÓN	5		1	6	17%		
	3	EN EJECUCIÓN				0	0%		
	4	ADJUDICADO	3			3	8%		
TOTAL						32	89%		
GESTIÓN SOCIAL	1	FINALIZADO	3		2	11	94%	EXCELENTE	
	2	EN RECEPCIÓN	1			1	6%		
	3	EN EJECUCIÓN				0	0%		
	4	ADJUDICADO				0	0%		
TOTAL						17	100%		
ECONÓMICO	1	FINALIZADO		1	1	3	5	100%	EXCELENTE
	2	EN RECEPCIÓN					0	0%	
	3	EN EJECUCIÓN					0	0%	
	4	ADJUDICADO					0	0%	
TOTAL						5	100%		

*Fuente: GAD. RIOBAMBA- LOTAIP.  
 Elaborado por: Autores.*

La gestión administrativa se ve reflejada en función de la ejecución de obras y /o proyectos desarrollados durante el año 2015 con la calidad del gasto deja algunas dudas de trabajar con presupuesto participativo debido a que la intervención en el área urbana del cantón Riobamba en la dimensión territorial se centró en la construcción del colector panamericana, bacheo, adoquinamiento , sistema de alcantarillado, sistemas de mejoramiento de recolección de basura, readecuación de plazas y mercados; en la dimensión de gestión social se desarrolla eventos de socialización que promueven una serie de iniciativas en beneficio de diversión sectores de la población y a los grupos de atención prioritaria; en la dimensión económica que a la vez se encuentra un poco descuidada se promovió la económica popular y solidaria , así como la promoción turística. Bajo estos parámetros, el comportamiento de las dimensiones del desarrollo local; en el año 2016 se tiene:

*Tabla 4. Evaluación De Componentes Del Desarrollo Local 2016.*

AÑO 2016									
DIMENSIÓN	ESTADO	OBRA	ESTUDIO	ADQUISICIÓN	EVENTO	TOTAL	PORCENTAJE	CALIFICACIÓN	
TERRITORIAL	1	FINALIZADO	14	2	5	1	22	61%	BUENA
	2	EN RECEPCIÓN	7		1		8	22%	
	3	EN EJECUCIÓN	3	2			5	14%	
	4	ADJUDICADO	1				1	3%	

				TOTAL	36	100%	
GESTIÓN SOCIAL	1	FINALIZADO	3	9	12	86%	MUY BUENA
	2	EN RECEPCIÓN	1		1	7%	
	3	EN EJECUCIÓN	1		1	7%	
	4	ADJUDICADO			0	0%	
				TOTAL	14	100%	
ECONÓMICO	1	FINALIZADO		3	3	75%	MUY BUENA
	2	EN RECEPCIÓN			0	0%	
	3	EN EJECUCIÓN		1	1	25%	
	4	ADJUDICADO			0	0%	
				TOTAL	4	100%	

*Fuente: GAD. RIOBAMBA- LOTAIP.  
 Elaborado por: Autores.*

Durante el año 2016 la calidad del gasto se ve complicada con la gestión administrativa debido a que la intervención en el área urbana del cantón Riobamba en la dimensión territorial tiene todavía varias obras y/o proyectos en fase de recepción, entre los cuales se encuentra todavía en ejecución el reasfaltado de las principales calles del área urbana de la ciudad, el proyecto trasvase Maguazo-Alao-Molobog. bacheo, adoquina miento , arreglo de patrimonio cultural, sistema de alcantarillado, sistemas de mejoramiento de recolección de basura, readecuación de plazas y mercados; en la dimensión de gestión social se vino a desarrollar eventos de socialización que promueven una serie de iniciativas en beneficio de diversión sectores de la población y a los grupos de atención prioritaria; en la dimensión económica que a la vez se encuentra un poco descuidada se promovió la económica popular y solidaria , así como la promoción turística.

La inversión pública desarrollada por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado en el área urbana del cantón Riobamba se lo ha agrupado para su evaluación de acuerdo a las tres dimensiones del desarrollo local: territorial, gestión social y económico-productivo.

En la dimensión territorial el 51 % de los encuestados dice que las vías se encuentran en mal estado, mientras que el 47 % dice que al menos se encuentran en buen estado y apenas el 2% de los encuestados dice que tenemos excelentes vías lo cual en relación a los demás encuestados parece estar alejado de la realidad.

En tanto que en relación a áreas de recreación el 59% de los encuestados reconoce que en su sector existen canchas deportivas que, aunque no se encuentre en óptimas condiciones permiten realizar varias actividades deportivas, el 20% reconoce que existen parques infantiles par que los niños disfruten de un espacio de recreación propio acorde a su edad, el 6% de áreas verdes y el 4% en parques lineales.

La inversión en el área urbana por parte del GAD Riobamba ha realizado: el tratamiento de desechos sólidos, saneamiento y limpieza de mercados, cierre técnico del botadero de basura en su primera fase, 4 recolectores de basura, materiales para monitoreo del aire y adquisición

de plantas ornamentales; 1 cotización de obra primera etapa de construcción del centro CRIAR y 1 de régimen especial evento de reciclaje para niños.

Adicionalmente, se ha fortalecido el crecimiento sostenible, ordenado y seguro del territorio, tomando en consideración la potencialidad económica y los requerimientos sociales, culturales y ambientales de la población, a través de la generación de políticas públicas que promuevan tales capacidades y oportunidades para el adecuado aprovechamiento y movilización de los recursos en el territorio.

En la dimensión de gestión social, se investigó la estructura de la familia de los encuestados; el 46 % respondió que tiene 1 hijo, el 17% reporto no tener hijos y el 29% al menos 2 hijos, y el 8% tiene al menos 3 hijo o más. En tanto que el 46% de los hijos de los encuestados se encuentra en una institución pública y el 10 % en instituciones fisco misionales y recibieron del gobierno nacional el 56% de sus hijos textos escolares, el 14% uniformes y el 8% desayuno escolar.

Alrededor del 45% se encuentra afiliado al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y accede a las siguientes prestaciones: préstamos quirografarios, hipotecarios, cesantía, montepío, jubilación por invalidez y por vejez, atención médica, cabe anotar que el 3 % de los encuestados que reciben la pensión en el seguro general y campesino.

El acceso a la salud pública se ve reflejado en que el 26% acude a los servicios del Hospital del IESS, el 25% de los encuestados acude a un centro de salud, mientras que el 18 % a los hospitales del Ministerio de salud Pública, un 12% a consultas con médicos particulares, sobre todo cuando se trata de especialistas en diversas patologías, un 5% posee de un seguro privado para la cobertura médica suya y de sus familiares, la medicina alternativa y otros; solo cubren el 5% de los requerimientos de estos servicios de los encuestados, sin embargo existe un 9% que no utiliza ninguna de estas alternativas por diversos factores como el tiempo, desconocimiento, turnos de espera prolongados, automedicación, entre otros.

La inversión en el área urbana ha realizado: adquisición de equipos de fisioterapia; readecuaciones para centros infantiles, organizaciones sociales y áreas de recreación; estudio para la construcción de un parque inclusivo y agenda territorial de patrimonio, eventos culturales y sociales en diferentes fechas y lugares del área urbana de Riobamba.

La dimensión económica, al respecto el 35% tiene en su familia al menos una persona que trabaja y genera ingresos para sus necesidades, mientras que el 46% de los encuestados tiene el menos dos personas que aportan a la economía familiar, las actividades a las que se dedican es el comercio y en un 14% el negocio propio con el 20%, los empleados privados el 23% y los empleados públicos representa el 12%; entre las principales, lo cual hace prevalecer las actividades de comercio y dotación de servicios como las principales.

En relación a su nivel de ingresos el 21% generan de sus actividades económicas entre 751 a 1500 dólares; en tanto que el 45% posee ingresos entre los 376 a 750 dólares, el 5% se encuentra entre el rango de 1501 a 2000, lo cual hace determinar que la economía de los hogares riobambeños depende del número de personas que laboran que al menos deben ser 2 para cubrir la canasta básica familiar.

Sin embargo 59 % de los encuestados considera que el GAD Riobamba no ha intervenido el sector donde habita en la actualidad, entre los temas pendientes el 20% considera que el tema del agua potable, el alcantarillado con un 15%, la vialidad y la regeneración de parques con el 10% cada uno, son los temas pendientes en algunos sectores del área zona urbana, la ubicación de nuevos espacios verdes con 7% y la inclusión de internet con un 4% son problemas que aquejan a los encuestados; junto a otros diversos problemas con un 19%, necesario tan solo el 15% cree que no existen obras y-o proyectos pendientes de ejecutar.

Adicionalmente dentro de las obras emblemáticas del gobierno nacional en el área urbana del cantón Riobamba, se han limitado a la construcción del centro de salud ESPOCH-Lizarzaburu, bonos de vivienda entregados y el puente en la circunvalación.

En cuanto a los beneficiarios de los programas del gobierno nacional en el área urbana del cantón apenas el 13% de su población recibe este tipo de beneficios: el Bono de Desarrollo Humano, el Crédito de Desarrollo y el Bono de Vivienda recibieron el 3% de los encuestados, y el 1% recibió el bono Joaquín Gallegos Lara y la Pensión de Adulto Mayor; en esta área de ayuda social en los que interviene para su asignación previo al cumplimiento de ciertos parámetros el Ministerio de Inclusión Económica y Social y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

En tanto que, los mecanismo de rendición de cuentas del gobierno nacional y local se han convertido en un acto público meramente formal que entrega información sobre la inversión pública sea está en obras de infraestructura o en la dotación de servicios, sin embargo debe ir más allá y se debe escuchar las necesidades de los protagonistas de cada sector de la sociedad y establecer planes y programas que mitiguen estos requerimientos; considerando que las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública inciden en el mejoramiento de su calidad de vida.

#### **4. Conclusiones**

Al realizar un diagnóstico de las asignaciones presupuestarias de los proyectos de inversión pública en base a la planificación territorial establecida en el área urbana del Cantón Riobamba, se puede evidenciar que el gasto de inversión en las dimensiones: territorial, gestión local y económica se ha ejecutado en obras y/o proyectos y que han solucionado de forma parcial los problemas principales de la ciudadanía como son el servicio de agua potable, vialidad, espacios verdes, conectividad, debido a que no existió una adecuada participación de la ciudadanía en la elaboración del presupuesto y a la falta, de una adecuada gestión administrativa.

Apenas el 41% de nuestros encuestados llegó a la conclusión de que la asignación presupuestaria de la inversión pública incide en el desarrollo local en la dimensión territorial se determinó un crecimiento ordenado y seguro del territorio que mejoro con infraestructura física varios sectores con servicios básicos, vías y espacios físicos adecuados; en la dimensión de gestión social se dio cobertura a espacios de participación ciudadana, protección, formación integral, salud, y educación; y en la dimensión económico-productiva un nivel de ingresos en promedio de dos salarios básicos unificados; con la población dedicada en un gran porcentaje al comercio y servicios, eventos de promoción turística e impulso al comercio en una escasa.

Con una adecuada valoración durante los años 2015 y 2016 el GAD Riobamba ha llegado a una valoración parcialmente aceptable de muy buena, así al evaluar la ejecución presupuestaria el GAD Riobamba en el año 2015 como presupuesto codificado tuvo \$122.102.820,78 de los cuales se comprometió para el gasto 100.151.394,98 millones de dólares que representa un 82,02% del presupuesto codificado; con una ejecución del gasto corriente de \$ 15.102.496,76 que corresponden al 99,90 % ; y del gasto de inversión se comprometió \$ 85.046.883,22 que corresponde al 77,50 %; para el año 2016 se asignó un presupuesto codificado de \$120.536.394,28, de los cuales se comprometió para el gasto \$ 96.964.394,79 que representó el 80,44 %, del cual se ejecutó en el gasto corriente \$ 17.057.115,45es decir un 88,75% y del gasto de inversión establecido 79.905.263,34 un 78,87% de presupuesto codificado.

De este análisis se puede determinar que existió gasto de inversión que no fue utilizado, en el año 2015 no se comprometió \$ 21.936.686,51 y en el año 2016 una cifra similar que fue de \$ 21.408.835,26 y que debían estar destinados a cubrir las necesidades de la población, no solo por las cifras del presupuesto sino que además se valore la satisfacción de la ciudadanía para que esa inversión beneficie a todos; así en el año 2015 fueron ejecutados 61 procesos de contratación pública que suman \$ 11.571.267,00; mientras que en el año 2016 a 55 proyectos de contratación pública por un valor de \$ 25.834.962,83 lo cual significa que se inviertan \$ 37.406.229,83 en los dos años de este estudio en proyectos de diferente índole entre los que cuales se puede destacar: estudios de factibilidad para construcción de parqueaderos, construcción, mejoramiento y readecuación de infraestructura en mercados, señalización de calles, eventos artísticos, de promoción turística, adoquinamiento de varias calles, alcantarillado pluvial, material de bacheo, perforación de pozos, readecuación de parques y mercados

## Bibliografía

1. Alburquerque, F. (2004). El enfoque del desarrollo económico local en: cuaderno de capacitación N° 1 Serie: Desarrollo Económico local y Empleabilidad. Obtenido de [http://www.oit.org.ar/documentos/area\\_enfoque\\_del.pdf](http://www.oit.org.ar/documentos/area_enfoque_del.pdf)
2. Alburquerque, F. (2015). Apuntes sobre la Economía del Desarrollo y el Desarrollo Territorial ¿Dónde situar el enfoque del Desarrollo Territorial dentro de los Estudios sobre el Desarrollo Económico? Madrid. Obtenido de: <http://www.delalburquerque.es/images/subidas/EaDesarrollo-y-Desarrollo-Territorial-2015.pdf>.
3. Antón, S., & Gonzáles Reverter, F. (2005). Planificación territorial del turismo. Barcelona: UOC.
4. Bielza de orly, V. (2008). Introducción a la ordenación del territorio: un enfoque geográfico. Prensas Universitarias de Zaragoza, España.
5. Boiser, S. (2006). Desarrollo endógeno: ¿para qué?, ¿para quién? (el humanismo en una interpretación contemporánea del desarrollo). Centro de Estudios de Desarrollo y Teritorio (CEDET). Obtenido de: [http://www.cedet.edu.ar/Archivos/Bibliotecas/ponencia\\_boisier.pdf](http://www.cedet.edu.ar/Archivos/Bibliotecas/ponencia_boisier.pdf).
6. Boiser, S. (2005). ¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización? En: Revista de la CEPAL, 86, agosto, 2005. Obtenido de: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/11068>
7. Canosava, & F. (2004). Desarrollo local. tejidos productivos y formación. Montevideo: Cinterfor. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=1788419&pid=S1405-1435200800020001100009&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1788419&pid=S1405-1435200800020001100009&lng=es)

8. Carvajal, A. (2011). Desarrollo Local: Manual básico para agentes de desarrollo local y otros actores. Obtenido de [http://www.cesmuamfar.com/pdf/Manual\\_B%C3%A1sico\\_para\\_Agentes\\_de\\_Desarrollo\\_Local\\_y\\_otros\\_actores.pdf](http://www.cesmuamfar.com/pdf/Manual_B%C3%A1sico_para_Agentes_de_Desarrollo_Local_y_otros_actores.pdf).
9. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, (2010). Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010. Obtenido de: [http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
10. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, (2010). Registro Oficial Segundo Suplemento 306 de 22-oct-2010. Obtenido de: <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/3950-suplemento-al-registro-oficial-no-306.html>
11. Constitución de la República del Ecuador, 2008. Asamblea Nacional del Ecuador. Quito. Obtenido de: [http://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
12. Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón Riobamba, (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Riobamba 2015-2019, Sistema Nacional de Información. Obtenido de: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000360001\\_Plan%20de%20Desarrollo%20Cantonal%202014-2019\\_15-03-2015\\_12-35-54.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000360001_Plan%20de%20Desarrollo%20Cantonal%202014-2019_15-03-2015_12-35-54.pdf)
13. Meixueiro, J., & Pérez, M. (2008). metodología general para la evaluación de proyectos. México.
14. Organización Mundial de Naciones Unidas-CEPAL, (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Obtenido de: <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
15. Pozo, L. (2007). “Presupuesto Participativo, Guía Metodológica 2007”, en “Serie Presupuestos Participativos No. 1” .CIUDAD-EDD / PDDLINTERCOOPERATION. Quito.
16. Ramírez, F y Unda, M. (2003). “Participación, Ciudadanía y Presupuesto Participativo”, Centro de Investigaciones Ciudad. Quito.
17. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Quito. Obtenido de: <http://www.buenvivir.gob.ec/versiones-plan-nacional>
18. Servicio Nacional de Contratación Pública, (2018). Búsqueda de procesos de contratación (por fecha). Quito. Obtenido de: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/buscarProceso.cpe?sg=1#>
19. Troya, J. (2011). “Manual de Derecho Tributario: De la Actividad Financiera y la ciencias que tratan de ella”, Quito, Documento actualizado a Agosto de 2011, versión digital sin publicar, 1997.
20. Uquillas, Oscar. (2013). Postulación al premio Interamericano a la Innovación para la Gestión Pública Efectiva. Quito: Subsecretaría de Cambio Institucional-SENPLADES.
21. Valdizán, M. (2007). Universidad de Burgos y Desarrollo Local. Aproximación a un modelo teórico centrado en el desarrollo local desde la Universidad. (Tesis doctoral no publicada). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. España.
22. Zuñiga Gonzales, C. A. (2013). Impacto de los Sistemas de Producción Agropecuarios en el Desarrollo Local Sostenible de Nicaragua, 1998-2005: Índice de Malmquist DEA con un producto Orientado. Universitas (León), Vol. 1, No. 4 (10. November. Obtenido de <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/52079/>

# *La Inversión Bruta Fija en el Ecuador: Factores Determinantes, 1983-2016*

*(Fixed Gross Investment in Ecuador:  
Determining Factors, 1983-2016)*

G. Robalino <sup>(1)</sup>, L. Moyon <sup>(2)</sup>, M. Barba <sup>(3)</sup>, D. Gallegos <sup>(4)</sup>\*.

(1) Universidad de Zulia Venezuela

(2) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,  
Instituto de Postgrado y Educación Continua Escuela

(3) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(4) Universidad Nacional de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0999896898 E-mail: dgallegos@unach.edu.ec (D. Gallegos)

## **RESUMEN**

El objetivo principal del presente ensayo es de establecer, a través de un análisis econométrico, los determinantes de la inversión bruta fija en el Ecuador durante el periodo 1983-2016. El estudio es de carácter correlacional explicativo, llevándose a cabo pruebas de estacionariedad sobre las series, con la intención de conocer el orden de integración de las variables y, así, empleando la metodología de (4), obtener una función de cointegración para el largo plazo, y a través de un mecanismo de corrección de error encontrar una relación de corto plazo. Las estimaciones, tanto para el largo y corto plazo, fueron realizadas a través del procedimiento de rezagos distribuidos. Las principales conclusiones que se desprenden del análisis de los resultados es que la inversión bruta fija tanto en el corto y largo plazo está explicada en forma positiva por sus propios rezagos, por los ingresos petroleros y no petroleros y por el crédito interno de la economía y, en forma negativa, por la tasa de interés y la inflación. Por su parte, el mecanismo de corrección de error resultó significativo estadísticamente, logrando conciliar así los desequilibrios presentes en el corto plazo con los valores de equilibrio de largo plazo. Los resultados muestran que, tanto los precios fundamentales asociados a los bienes de capital, como la formación de expectativas de los inversionistas privados, los cuales actúan bajo condiciones de

incertidumbre, pueden ser considerados como el punto central de las decisiones de inversión en el caso específico de la economía ecuatoriana, que ha experimentado una fuerte volatilidad en su desempeño.

**Palabras clave:** *Inversión, inflación, interés, capital.*

## **ABSTRACT**

The main objective of this essay is to establish, through an econometric analysis, the determinants of fixed gross investment in Ecuador during the period 1983-2016. The study is of an explanatory correlational nature, taking tests of stationarity on the series, with the intention of knowing the order of integration of the variables and, thus, using the methodology of (4), obtain a cointegration function for the long term, and through an error correction mechanism find a short-term relationship. The estimates, both for the long and short term, were made through the distributed lag procedure. The main conclusions that emerge from the analysis of the results is that the fixed gross investment in both the short and long term is explained in a positive way by its own lags, by the oil and non-oil revenues and by the internal credit of the economy and, in a negative way, by the interest rate and inflation. For its part, the error correction mechanism was statistically

significant, thus reconciling the imbalances present in the short term with long-term equilibrium values. The results show that both the fundamental prices associated with capital goods and the formation of expectations of private investors, which act under conditions of uncertainty, can be

considered as the central point of investment decisions in the specific case of the Ecuadorian economy, which has experienced strong volatility in its performance.

**Keywords:** *Investment, inflation, interest, capital.*

## 1. Introducción

La inversión ha sido un tema de preocupación permanente en la teoría económica. Ello debido a la importancia que se le atribuye en la mayoría de explicaciones sobre el crecimiento y desarrollo económico. En el presente ensayo se fundamenta en la inversión bruta fija, la cual se refiere a todos los gastos que se realizan en la economía para ampliar la capacidad de producción, para causar externalidades (carreteras, hospitales, etc.), para incrementar los activos físicos de los hogares y para reponer aquella parte de los bienes de capital existentes que han llegado al final de su vida útil, bien sea por deterioro, uso, obsolescencia o agotamiento. El presente trabajo se centra en un estudio econométrico que tiene como objetivo establecer los posibles determinantes de la inversión bruta fija en la economía ecuatoriana durante el periodo 1983 al 2016.

En la primera parte se lleva a cabo una presentación del estado del arte que comprende tanto las investigaciones, opiniones y teorías sobre la variable objeto de estudio inversión bruta fija, mayormente usadas como apoyo en los estudios empíricos; se definen igualmente las variables a ser utilizadas en el modelo a estimar, como explicativas de la inversión bruta fija en el caso ecuatoriano. En la segunda parte se presenta una breve reseña descriptiva, tanto de la variable objeto de estudio, la cual es medida a través de la inversión bruta fija real de la economía, como de la evolución de la actividad económica.

En la tercera parte se establece el método econométrico a seguir, comenzando por la aplicación de los tests de raíces unitarias, para identificar el orden de integración de las series; posteriormente se llevan a cabo las estimaciones econométricas, a través del método de rezagos distribuidos, siguiendo una metodología similar a la aplicada por (1,2) para el caso brasileño (3) para el caso venezolano; en esta parte se estiman, tanto las relaciones de largo plazo –función de cointegración–, como las de corto plazo, a través del uso del mecanismo de corrección de error desarrollado por (4). En la cuarta y última parte se desarrolla el análisis de los resultados obtenidos y se extraen las principales conclusiones del presente ensayo.

## 2. Materiales y Métodos

Para este estudio se consideró el método científico, analítico para determinar todos los datos estadísticos en los que existe información sobre las variables de estudio. Dentro de las bases estadísticas para determinar los principales factores en la Inversión Bruta Fija del Ecuador desde 1983 al 2016.

Una vez identificadas las principales variables que la teoría señala como posibles determinantes de la inversión bruta fija, la ecuación a estimar para la economía ecuatoriana, durante el periodo 1983-2016, quedará definida como sigue:

$$IB = f [IB (+), Y (+), ri (-), \pi (-), \pi^2 (-), IPet (+), InoPet (+), CI(+)] \quad (1)$$

Donde:

IB: Es la formación bruta de capital fijo real como porcentaje del PIB.

Y: Es el PIB real.

ri: Tasa de interés activa real.

$\pi$ : Es la Tasa de Inflación.

$\pi^2$ : Es la Tasa de Inflación al cuadrado

IPet: Es los ingresos petroleros como porcentaje del PIB

InoPet: Es los ingresos no petroleros como porcentaje del PIB

CI: Es el monto de crédito interno real bancario ecuatoriano como porcentaje del PIB.

Los signos que aparecen entre paréntesis indican el signo que se espera asuman las variables, las cuales se corresponden con lo señalado por la teoría y por la evidencia empírica observada para la economía ecuatoriana.

El método a seguir para las estimaciones econométricas consta de varias partes: primero, se lleva a cabo un análisis previo de las variables a ser consideradas en el modelo, con la intención de establecer si las series consideradas son estacionarias y en qué orden de integración lo son. Para tal fin, se hace tanto una visualización de las series, a través de los correlogramas, como la aplicación de los tests de raíces unitarias de (14) y (14) aumentado (DFA).

Una vez identificado el orden de integración de las series consideradas, se lleva a cabo la estimación de un modelo de rezagos distribuidos, con las series integradas de orden uno, siguiendo un procedimiento similar al aplicado en el caso (1,2,3); en este caso se va de lo general a lo particular, como lo establece la metodología de Hendry o la llamada London School of Economics Approach to Model Selection, eliminando aquellas variables y rezagos que no se muestren significativos, estadísticamente, hasta obtener el modelo definitivo.

Este tipo de modelos de rezagos distribuidos puede especificarse de la siguiente forma:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i y_{t-i} + \sum_{s=1}^m \beta_s x_{st-1} + u_t \quad (2)$$

En este tipo de modelo se considera inicialmente un conjunto de variables relevantes para el modelo de acuerdo a la teoría, luego se estima la ecuación incluyendo un determinado número de rezagos para cada variable incluyendo la variable dependiente; posteriormente se realiza un proceso de reducción eliminando los rezagos no estadísticamente significativos.

Por último, se verifica la hipótesis de cointegración de las series integradas de orden uno, para posteriormente llevar a cabo la estimación del modelo con las series en diferencias, incluyendo un mecanismo de corrección de error que permita armonizar el comportamiento de corto plazo, con el de largo plazo, siguiendo para tal fin la metodología propuesta por (4).

Esta metodología plantea que el análisis de cointegración es esencial cuando se tiene una combinación de variables que presenten una similitud en el orden de integración. Si se tiene una ecuación con las siguientes condiciones:

Sean las variables  $X \sim I(1)$   $Y \sim I(1)$

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t \quad (3)$$

Una combinación lineal de estas variables que sea estacionaria. Entonces, se dice que las variables  $Y, X$  están cointegradas puede generar un proceso Integrado de orden cero  $I(0)$ .

$$Y_t - \beta_0 - \beta_1 X_t = u_t \quad (4)$$

Intuitivamente el hecho de que el error sea estacionario indica que las series presentan una tendencia en común. Si las series cointegran la regresión entre las dos variables es significativa (no es espuria) y no se pierde información valiosa de largo plazo lo cual sucedería si se estima la regresión en primeras diferencias.

La desviación del equilibrio a largo plazo se conoce como el término de error.

$$\beta X_t = e_t \quad (5)$$

Si el equilibrio es significativo en la relación de las variables, entonces el error es estacionario.

Observaciones importantes de Econometría sobre la definición de cointegración.

- La cointegración se refiere a una combinación lineal de variables no estacionarias.
- Todas las variables deben ser del mismo orden de integración. Aún si todas las variables son del mismo orden de integración no se asegura que cointegren. Por otro lado, no existe claridad en el uso del término “relación de equilibrio”

Por último a partir de la relación de equilibrio de largo plazo se estima un modelo de corrección de errores.

$$\text{Relación de equilibrio: } y_t = k_0 + k_1 x_t + u_t \quad (6)$$

Modelo de corrección de errores:  $\Delta y_t = \alpha \Delta x_t + \gamma [y_{t-1} - k_1 x_{t-1}] + v_t \quad (7)$ ;  $\gamma$  es el coeficiente del mecanismo de corrección de error.

Para el presente ensayo tanto el análisis previo de los datos, las estimaciones y los test post mortem, son realizados a través del programa econométrico bajo ambiente Windows Eviews.

### 3. Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presentan las variables que, de acuerdo a los tests de raíces unitarias DF y el DFA, se mostraron integradas de orden cero  $I(0)$  e integradas de orden uno  $I(1)$ . Todas las variables del modelo, incluyendo a la variable dependiente inversión bruta fija resultaron integradas de orden uno  $I(1)$ , es decir, son estacionarias en primeras diferencias, la única excepción fue la tasa de variación del PIB que se presentó una raíz de orden cero, es decir, es estacionario en niveles, por eso esta variable, no será considerada en la relación de largo plazo

a ser estimada inicialmente, dado que presenta un orden de integración diferente al resto de las variables, en todo caso, el supuesto establecido en la teoría del principio de aceleración será recogido por las variables de ingreso petrolero y no petrolero incluidas en el modelo, dado que se espera generen el mismo efecto que el producto sobre la inversión bruta fija.

Ahora bien, a pesar que las variables no son estacionarias en niveles sino integradas de orden uno, se espera que las mismas estén cointegradas (4), como ya se planteó, se dice que dos o más series están cointegradas si las mismas se mueven conjuntamente a lo largo del tiempo y las diferencias entre ellas son estables (es decir estacionarias), aun cuando cada serie en particular contenga una tendencia estocástica y sea por lo tanto no estacionaria. De aquí que la cointegración refleja la presencia de un equilibrio a largo plazo hacia el cual converge el sistema económico a lo largo del tiempo. Las diferencias (o término error) en la ecuación de cointegración se interpretan como el error de desequilibrio para cada punto particular de tiempo.

Tabla 1. Variables tests de raíces unitarias DF y el DFA.

Variable	Orden de Integración I (d)	Valor Crítico *
<b>IB</b>	I (1)	-5,5190
<b>IF</b>	I (1)	-5,4024
<b>INOPET</b>	I (1)	-5,6386
<b>IPET</b>	I (1)	-7,0215
<b>IR</b>	I (1)	-5,9891
<b>CRINT</b>	I (1)	-5,3233
<b>Y</b>	I (0)	-5,0343

\*Todos los valores criticos son significativos al 1%

Una vez identificado el orden de integración de las series, se estima la regresión con aquellas variables que se mostraron integradas de orden uno, la cual constituye nuestra relación de largo plazo. La estimación será a través de un modelo de rezagos distribuidos, donde la variable dependiente estará en función, tanto de sus propios rezagos, como de los valores presentes y rezagados de las variables explicativas. Dado la cantidad de variables explicativas consideradas, y el número limitado de observaciones, se introducirán solo dos rezagos de las variables dependiente como explicativas, para evitar así la pérdida de grados de libertad. Además, en este modelo se comprueba si, a pesar de no ser las variables estacionarias en niveles, la combinación lineal de ellas genera un proceso estacionario, con lo cual se obtendría una relación de cointegración, evitando así la correlación espuria en el modelo.

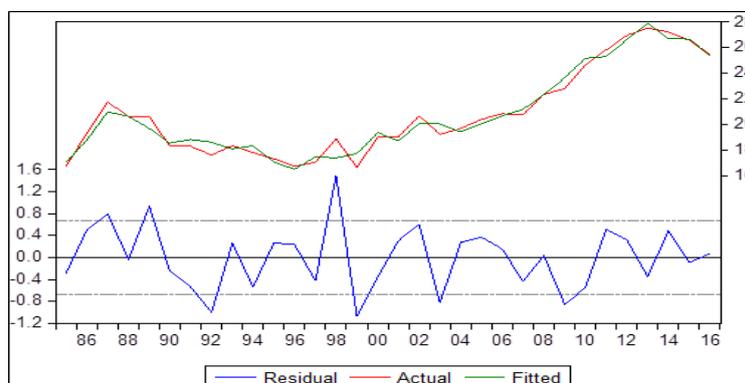
En la tabla 2 se puede apreciar la salida de la regresión de largo plazo para la inversión bruta fija del Ecuador, con aquellas variables que resultaron significativas estadísticamente. El modelo tiene una capacidad explicativa del 97% como se desprende del R<sup>2</sup> igualmente el modelo es significativo a un nivel del 1% en forma conjunto de acuerdo al resultado del estadístico F. También se llevaron a cabo las validaciones de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal de autocorrelación, heteroscedasticidad y normalidad de los residuos del modelo, no encontrándose evidencia suficiente que permitiera rechazar la hipótesis nula en cada caso.

La inversión bruta fija es explicada, en el largo plazo, en forma positiva por su propio rezago en un periodo –formación de expectativas adaptativas–, es decir, los agentes económicos toman en cuenta el comportamiento reciente de la inversión para formar sus expectativas presentes de la misma.

*Tabla 2. Modelo de regresión de largo plazo 1983-2016.*

Periodo 1950-2001				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 1985-2016				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IB (-1)	0,330235	0,80513	4,101656	0,0004
IF (-1)	-0,023122	0,008592	-2,691195	0,0128
INO PET	0,249761	0,059918	4,168409	0,0003
IPET(-1)	0,116987	0,043567	2,685217	0,0129
IPET(-2)	0,210598	0,051429	4,094940	0,0004
IR	-4,771435	1,232248	-3,872137	0,0007
CRINT	0,035153	0,018791	1,870736	0,0736
C	11,36992	1,977128	5,750725	0,0000
R-squared	0,969967	F-statistic	1,107321	
Adjusted R -squared	0,961208	Prob(F-statistic)	0,000000	
Durbin-Watson stat	2,438128			

No se encontró evidencia de autocorrelación y heterocedasticidad. Igualmente, la hipótesis de normalidad en la distribución de los residuos no es rechazada al 5% de significación



*Fig. 1. Valores Observados Vs Estimados y Error del Modelo de Largo Plazo.*

Por su parte, la inversión bruta fija es explicada en forma negativa por la inflación rezagada en un periodo, el impacto de esta variable no es inmediato, las decisiones de inversión

están influenciadas por la inflación del periodo anterior, lo que corrobora la formación de expectativas de carácter adaptativo por parte de los inversionistas. La inflación en el caso de Ecuador tuvo un comportamiento sumamente errático y volátil en el periodo previo al año 2000 como se puede observar en el gráfico, esto con una desviación de más del 19% anual con una tasa promedio de 45% para ese periodo.

El desenvolvimiento de esta variable fue lo que impulso a los gestores de política económica tomar la decisión de llevar a cabo el proceso de dolarización en la economía, lográndose con esto el objetivo de reducir, no solo su magnitud significativamente, sino su volatilidad, que es la que tiene mayor efecto en la formación de expectativas de los agentes. Para el periodo posterior a la dolarización la inflación promedio ha bajado a solo un 4% al año, reduciendo significativamente su volatilidad, pero a pesar de esto sigue teniendo un impacto importante en la inversión producto del efecto psicológico que la misma tiene en los inversionistas dado el periodo tan largo de inflación alta por la que ha atravesado la economía.

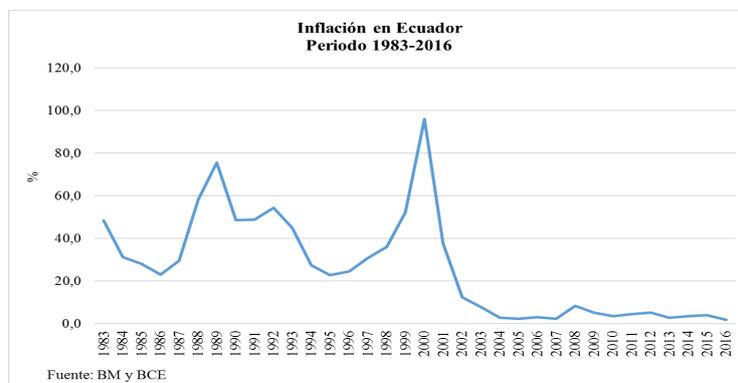


Fig. 2. Inflación en el Ecuador periodo 1983-2016.

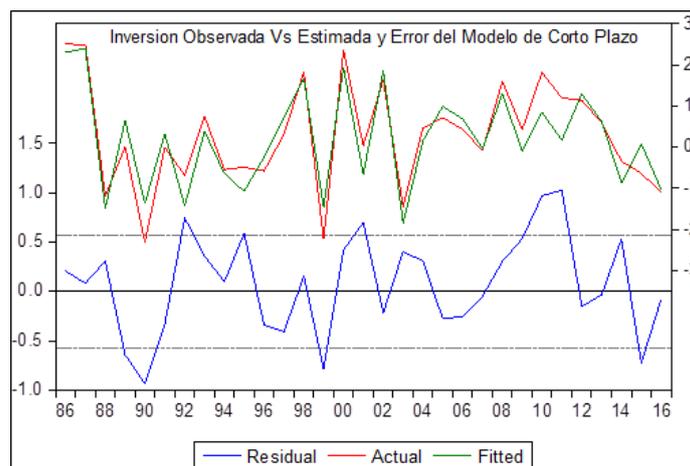
Por otro lado, la inversión bruta fija está siendo explicada por el valor presente y el primer rezago de los ingresos petroleros y por el valor presente de los ingresos no petroleros de la economía, aportando evidencia a favor del principio de aceleración, es decir, mayor nivel de los ingresos estimulan la inversión bruta fija, al disponerse de mayores recursos para financiar las mismas y ser un indicador del nivel de crecimiento y expansión de la economía, lo que propicia un ambiente adecuado para la inversión a través de un incremento en la rentabilidad de las empresas, del flujo circular producto-ingreso-ahorro-inversión, y de una mejora en las expectativas sobre el desenvolvimiento en el futuro inmediato de la economía.

En el caso costo del capital medido a partir de la tasa de interés real, el valor presente de la misma resultó significativo estadísticamente, explicando en forma negativa a la inversión bruta fija, tal como se esperaba, siendo esta variable la que muestra de acuerdo a su parámetro el impacto más alto sobre la inversión, lo que todas luces demuestra su importancia a la hora de decidir invertir, aumentos de la tasa de interés durante el periodo corriente tendrán un impacto importante de forma negativa sobre las inversiones en capital fijo por parte de los agentes económicos. Mientras que los créditos internos resultaron significativos a un 10%, teniendo un efecto positivo sobre la inversión bruta fija de la economía, en este sentido, el acceso a posibilidades de financiamiento, ante restricciones financieras, hacen de la disponibilidad de crédito interno, una variable de suma importancia para el fortalecimiento de la inversión bruta fija en el caso del Ecuador.

Del modelo de largo plazo se procedió a extraer el residuo de la función y se realizó sobre éste una prueba de raíz unitaria resultando estacionario a un nivel de significación de 1%, con lo que no se puede rechazar la hipótesis de cointegración de las variables; existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas.

*Tabla 3. Test de raíz unitaria del error del modelo de largo plazo.*

Null Hypothesis: El has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0(Automatic-based on AIC,maxlag=7)		
	<b>t-Statistic</b>	<b>Prob.*</b>
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6,8985	0,0000
Test Critical va	-26417	
	-1,9521	
	-1,6104	



*Fig. 2. Inversión observada Vs estimada y error del modelo de corto plazo.*

Este residuo será a su vez incluido con un rezago en la ecuación en diferencia, junto con el resto de las variables que resultaron del modelo integradas de orden uno I(1) esto con la intención de conciliar el equilibrio de largo plazo con el comportamiento de corto plazo; en este sentido,  $\varepsilon_{t-1}$  funciona como un mecanismo de corrección de error, que busca corregir el desequilibrio entre el corto y largo plazo de la función, de allí que se espera su parámetro sea negativo.

En la tabla 4 se pueden observar los resultados del modelo de corto plazo con el mecanismo de corrección de error, el cual, tal como se esperaba, resulta altamente significativo estadísticamente y con el signo esperado, lo cual significa que el desequilibrio se va corrigiendo en una fracción  $\lambda$  en el periodo siguiente.

En el corto plazo, la inversión bruta fija muestra una gran consistencia estadística a ser explicada de forma significativa al 1% por todas las variables consideradas en el modelo de

largo plazo, lo que denota lo robusta de la relación.

Tabla 4. Modelo de regresión de corto plazo (Mecanismo de corrección de error periodo 1983-2016).

Dependent Variable: D(B)				
Method: Lead Squares				
Sample (adjusted): 1986-2016				
Included observations: 31 after adjustments				
White heteroskedasticity-consistent error & covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IB (-1))	0,377183	0,113379	3,326,740	0,0029
D(IF (-1))	-0,020025	0,007619	-2,628,321	0,0150
D(INO PET)	0,262708	0,088185	2,979,040	0,0067
D(IPET(-1))	0,101532	0,038136	2,662,398	0,0139
D(IPET(-2)9	0,182864	0,039803	4,594,292	0,0001
D(IR)	-4,342356	1035319	-4,194,221	0,0003
EI(-1)	-1,309736	0,230991	-5,670083	0,0000
C	0,010807	0,127106	0,085024	0,9330
R-squared	841194	F-statistic	1,367610	
Adjusted R -squared	0,801493	Prob(F-statistic)	0,000001	
Durbin-Watson stat	1575940			

En este sentido, la inversión bruta fija es explicada por su propio rezago en un periodo de forma positiva tal como se observó en la relación de largo plazo aportando evidencia en favor de las expectativas, es decir estas no solo actúan en el largo plazo sino también a corto plazo en las decisiones de inversión.

Por su parte, la inflación rezagada un periodo, resultó significativa; su signo negativo se corresponde con el esperado, es decir, la inflación tiene un efecto negativo sobre la inversión de capital. En el modelo se había considerado también el cuadrado de la tasa de inflación, la cual no resulta significativa estadísticamente; por otro lado, el valor observado en el parámetro correspondientes al rezago de la inflación es sumamente bajo. Si bien la inflación tiene un efecto negativo significativo sobre la inversión, éste es sumamente bajo, lo que hace pensar que el efecto actúa más en forma indirecta, afectando las expectativas de los inversionistas con respecto al futuro desenvolvimiento de la economía; es decir, este resultado aporta evidencia a favor de la irreversibilidad de la inversión bajo condiciones de incertidumbre.

En el caso la tasa de interés real, resultó estadísticamente significativa y con el signo esperado en su valor presente, siendo al igual que en la relación de largo plazo, la de mayor efecto sobre la variable inversión bruta fija para el periodo considerado. Es decir, de acuerdo con estos resultados, el costo del capital tiene un alto efecto negativo, tanto en el largo como en el corto plazo. Estos resultados se corresponden en cierta forma con los encontrados por

(27), para el caso de la economía venezolana, ya que bajo condiciones de restricción del crédito interno el efecto negativo de la tasa de interés sobre la inversión es mayor.

Por su parte, tanto los ingresos petroleros como los no petroleros resultaron significativos al 1%, con lo que se aporta evidencia en favor del principio de aceleración de la inversión, estas variables tanto en el largo como en el corto plazo tiene un efecto positivo para estimular la inversión en la economía ecuatoriana, por lo menos así lo evidencia el periodo analizado.

#### 4. Conclusiones

Las principales conclusiones que se pueden extraer del presente ensayo son que la inversión bruta fija en la República del Ecuador, en el largo plazo, a través de una función de cointegración, está explicada en forma positiva por sus propios rezagos y por los ingresos petroleros con un rezago de dos periodos y no petroleros del periodo actual de la economía. Igualmente, está explicada, pero en forma negativa, por la tasa de interés que es la de mayor impacto sobre la inversión y la inflación, esta última rezagada un periodo. También se encontró, en largo plazo, un efecto positivo del crédito interno del sector bancario sobre la inversión bruta fija.

En el corto plazo, utilizando un mecanismo de corrección de error, se encontró que la inversión bruta fija es explicada igualmente por cada una de las variables consideradas en el modelo, así se tiene que su propio rezago un periodo resulto significativo estadísticamente observando un efecto positivo sobre la inversión actual. La tasa de inflación por su parte, mostró un efecto negativo sobre la inversión, pero con un retardo de un periodo, pero observó un valor muy bajo en los parámetros; es decir, la inflación actúa en forma indirecta, a través de la incertidumbre que genera en los agentes económicos con relación al futuro inmediato. Esta es una variable que refleja, en cierta forma, el grado de incertidumbre bajo las cuales funciona una economía; para el inversionista, la presencia de procesos inflacionarios significativos le impide conocer y predecir con exactitud cuál será el precio relativo de los bienes de capital y su tasa de ganancia esperada.

Por su parte, la variable tasa de interés real tiene un efecto negativo sobre la inversión bruta fija; un crecimiento en la tasa de interés reduce la inversión al encarecer el préstamo, teniendo un efecto mayor, en función de que tan restringido sea el crédito interno. Esta variable, junto a la inflación, aportan evidencia a favor de la teoría de la irreversibilidad de la inversión, bajo condiciones de incertidumbre, dado que, si la inversión no se ha restablecido, y a su vez, es sumamente inelástica a las variaciones en la inflación y la tasa de interés, esto quiere decir entonces, que los agentes económicos están actuando bajo condiciones de incertidumbre, ante la alta volatilidad observada en el comportamiento pasado de la propia inversión, así como de los precios fundamentales y el entorno económico.

Por último, el mecanismo de corrección de error resultó significativo en el modelo, donde se consideraron las variables integradas de orden uno  $I(1)$ , permitiendo así conciliar los desequilibrios presentes, en el corto plazo, con los valores de equilibrio de largo plazo.

#### Bibliografía

1. Cruz, B. y Teixeira, J. (1999). "Impacto de la Inversión Pública sobre la Inversión Privada en Brasil: 1947-1990". Revista de la CEPAL, No. 67, Santiago de Chile, 10p

2. RIBEIRO, Bruno M. y TEIXEIRA, J. R. (2001). “Análisis Econométrico de la Inversión Privada en Brasil”. Revista de la CEPAL, No. 74, Santiago de Chile, 15p
3. Labarca y Hernández (2003). Determinantes de la Inversión Privada en Venezuela: Un Análisis Económico para el Periodo 1950-2001. Tendencia, Vol. 4, No. 2. Universidad de Nariño, Colombia.
4. Engle, R. y J. W. Granger (1987). “Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing”. Econometría, Vol. 55, No. 2, 26p
5. Arcia, Israel (2011). La Teoría del Acelerador: Análisis Prospectivo en los Factores Determinantes en Panamá. Años 1970-2008. Universidad Latina de Panamá. Tesis Doctoral
6. Aschauer, D. (1989). “Is Public Expenditure Productive?” Journal of Monetary Economics, vol. 23, No. 2.
7. Aschauer, D. A. (1989). “Is Public Expenditure Productive?” Journal of Monetary Economics 2 (2): 177–200.
8. Barro, R. (1990). “Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth”. Journal of Political Economy, vol. 98, No. 5, Chicago, Illinois.
9. Barro, R. J. (1991). “A Cross-Country Study Of Growth, Saving, and Government.” In National Saving and Economic Performance, 271–304. Chicago: University of Chicago Press.
10. Barro, R. (1995). “Inflation and Economic Growth”. National Bureau of Economic Research, Working Paper No. W5326, Cambridge, 36p
11. Caballero, R. (1997). “Aggregate Investment”. National Bureau of Economic.
12. Clark, J. M. (1917). “Business Acceleration and the Law of Demand: A Technical Factor in Business Cycles”, Journal of Political Economy, 25 (3): 217-235.
13. De Long, J. B., y L. Summers. (1991). “Equipment Investment and Economic Growth.” Quarterly Journal of Economics 106 (2): 445–502
14. Dickey y Fuller (1981): “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with Unit Root”, Econometría, vol. 49, No. 4
15. Dixit, A. y R. Pindyck (1994). “Investment Under Uncertainty”. Princeton. New Jersey, Princeton University Press; 476p
16. Erenburg, Sh. (1993). “The Relationship Between Public and Private Investment”. The Jerome Levy Economics Institute, Working Paper No. 85, 33p
17. Ghosh, A. and Phillips, S (1998). “Inflation, Desinflation and Growth”. IMF, Working Paper No. 9868.
18. Greene, J. y D. Villanueva (1995). “La Inversión Privada en los Países en Desarrollo: Un Análisis Empírico”. en A. Villa Gómez (Comp). “El Financiamiento del Desarrollo en América Latina: La Movilización del Ahorro Interno”. Vol. 1, México, D.F. CEMLA.
19. Gutiérrez, M. A. (2005). Economic Growth in Latin America: The Role of Investment and Other Growth Sources, vol. 36. Nueva York: Naciones Unidas.
20. Jogerson, D. W. (1963). “Capital Theory and Investment Behavior”. The American Economic Review, vol. 53, No. 2, Pp. 247-259.
21. Kalecki, M. (1984). Ensayos Escogidos sobre la Dinámica de la Economía Capitalista. Fondo de Cultura Económica, México D.F., 222p

22. Keynes, John Maynard (1978). *The General Theory of Employment, Interest and Money* [Teoría General del Empleo, el Interés y el Dinero]. *The Collected Writings of John Maynard Keynes* (en inglés) VII. Cambridge: Cambridge University Press.
23. Knight, M., N. Loayza, y D. Villanueva. (1993). "Testing the Neoclassical Theory of Economic Growth: A Panel Data Approach." *IMF Staff Paper*, 512–41 Fondo Monetario Internacional, Washington, DC.
24. Levin, R. And Zervos, S. J. (1993). "What we have Learned About Policy and Growth from Cross-Country Regressions". *American Economic Review, Papers and Proceeding*, vol. 83.
25. Levine, R. y Renelt, D. (1992). A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions, *The American Economic Review*, 82, 4, 942-963.
26. Márquez, F., Carriel, O. y Salazar, R. (2017). Ecuador: Inversión Pública y Empleo (2007-2016). *Revista Espacios*. Vol. 38, No. 52
27. Mendoza, L., O. (2003). "Investigating the Differential Impact of Real Interest Rates and credit Availability on Private Investment: Evidence from Venezuela". *Serie Documentos de Trabajo*, No. 40, Banco Central de Venezuela, Caracas, 50p.
28. Miller, N. J., y Tsoukis, C. (2001). "On the Optimality of Public Capital for Long-Run Economic Growth: Evidence from Panel Data." *Applied Economics* 33 (9): 1117–29.
29. MOGUILLANSKY, G. (1996). "El Contexto Macroeconómico y la Inversión: América Latina a partir de 1980". *Revista de la CEPAL*, No. 58, Santiago de Chile, 16p.
30. PASTOR, M. (1992). "Inversión Privada y Efecto Arrastre de la Deuda Externa en la América Latina". *Trimestre Económico*, vol. LIX, No.233, México D.F, 45p.
31. PINDYCK, R. (1990). "Irreversibility, Uncertainty and Investment". *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. W3307*, 75p.
32. PINDYCK, R. y A. SOLIMANO (1993). "Economic Instability and Aggregate Investment". *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. W4380*, 55p.
33. *Research, Working Paper No. W6264*, Cambridge, 70p
34. Robinson, J. (1976). *Herejías económicas*. Barcelona: Ariel.
35. Roca, O y Pereira, A (2008). Impacto de la Inversión en infraestructura sorbe el producto, la ocupación y la inversión privada en España. *Revista Española de Economía*. Volumen 15 No 3.
36. Sala-i-Martín, X. (1997). "I Just Ran Two Million Regressions." *American Economic Review* 87 (2): 178–83.
37. Sánchez, José (2009). *Modelación de la Inversión en Centro América y la Republica Dominicana*. Kingston University London, UK. Tesis Doctoral.
38. SAREL, M. (1996). "Nonlinear Effects of Inflation on Economic Growth". *IMF, Staff Papers* Vol.43, No. 1.
39. Serebrisky, T. Et al. (2015). *La inversión y el ahorro en América Latina y el Caribe: ¿cómo se relacionan?*. Banco Interamericano de Desarrollo. EEUU.

# *Resiliencia una nueva perspectiva multidisciplinaria desde el enfoque de la programación neurolingüística para el desarrollo organizacional*

*(Resilience a new multidisciplinary perspective from the neurolinguistic programming approach for the organizational development)*

D. Vallejo<sup>(1)\*</sup>, G. Uquillas<sup>(2)\*\*</sup>, L. Sanandrés<sup>(3)\*\*\*</sup>, J. Erazo<sup>(4)\*\*\*\*</sup>

(1) Docente Facultad de Administración de Empresas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Docente Unidad de Admisión y Nivelación de la Universidad Nacional de Chimborazo

(3) Docente Facultad de Administración de Empresas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(4) Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Nacional de Cotopaxi

\* Telf.: 0984956379 E mail: danilovec@epoch.edu.ec

\*\* Telf.: 0981317421 E mail gilmauquillas@hotmail.com

\*\*\* Telf.: 0992669020. E Mail: lugsa\_2007@hotmail.com

\*\*\*\* Telf.: 0994515454 E mail: José.erazo@utc.edu.ec

## **RESUMEN**

Si los seres humanos somos el reflejo del universo, la resiliencia viene ser los agujeros negros, agujeros que conforman lo conocido y lo desconocido (el misterio y el vacío que se da en la capacidad de racionalizar la vida en si misma) La presente investigación tiene como objeto realizar el análisis de las investigaciones sobre resiliencia realizadas en el campo académico y científico. Para ello se analizaron en primer término autores del ámbito internacional que investigaron sobre la temática, y luego se desarrolló el estudio en base a los datos y experiencias. Diversos estudiosos analizaron este fenómeno desde varias perspectivas como el PNL buscando comprender por qué algunos sujetos desarrollan competencias y recursos favorables frente a las situaciones adversas. La investigación es descriptiva-documental, realizándose una revisión bibliográfica y un análisis de la información. Se realiza un modelo de resiliencia con el enfoque de la programación neurolingüística (PNL). Aun modelo de transformación resiliente basado en los niveles neurológicos, creados por Robert Dilts, denominando a éste A.B.A.T.I.R. Las conclusiones están orientadas a la sistematización

de la resiliencia a través de los niveles neurológicos probados con éxito por la PNL en diferentes ámbitos, lo cual permitirá desarrollar individuos y organizaciones humanas resilientes. Finalmente se recomienda profundizar con técnicas de PNL cada uno de los niveles propuestos en el modelo.

**Palabras claves:** Resiliencia, perspectiva, Programación Neurolingüística PNL, niveles neurológicos, Desarrollo Organizacional

## **ABSTRACT**

If the human beings are the universe reflex, resilience is going to be the black holes which make up the known and unknown (the mystery and the vacuum given in the capacity of rationalizing life itself). The present investigation deals with carrying out the analysis of the investigations on resilience performed in the academic and scientific field. For this purpose, in the first place, international environment authors who investigated on the topic were analyzed and then, the study on the basis of data and experiences was developed. Different studies analyzed this phenomenon from various perspectives such as the PNL, trying to

understand why some subjects develop favorable competences and resources in front of the adverse situations. The investigation is descriptive and documental, carrying out a bibliography revision and an information analysis. A resilience model is conducted with the neurolinguistic programming approach (PNL) to a resilient transformation model based on neurological levels created by Robert Dilts, entitling it A.B.A.T.I.R. Conclusions are oriented to the resilience systematization through

the neurological levels tested with success by the PNL in different fields, which will permit to develop resilient individuals and human organizations. Finally, it is recommended to deepen, with PNL techniques, each level proposed in the model.

**Key words:** *Resilience, perspective, PNL Neuro-linguistic Programming, neurological levels, Organizational Development.*

## 1. Introducción

Desde la perspectiva filosófica la axiología es la rama que estudia la naturaleza y la esencia del valor, y de acuerdo al materialismo dialectico la naturaleza del valor reside en la capacidad del ser humano para valorar el mundo en forma objetiva, Entonces la premisa inicial de la teoría materialista estriba en admitir la realidad objetiva, que se refleja en la conciencia del hombre. Dicha realidad, en lo que a la sociedad se refiere, está formada por el ser social, es decir, por la vida material de la colectividad, independientemente de la conciencia del hombre. Si miramos desde otro enfoque la teoría clásica económica del valor cuando se trata de valores de cambio es el monto necesario para la producción social de un bien económico.

En la actualidad la resiliencia es un tema muy importante desde varias perspectivas, partiendo desde la física, ecología, psicología, sociología, y fundamentalmente desde el aspecto organizacional. En estos aspectos citados; se habla frecuentemente de crisis y de comportamiento, pero no se estudian en profundidad los procesos, las decisiones y las conductas que obtuvieron los resultados, entonces la resiliencia es la capacidad que tiene el ser humano de proteger la propia integridad y de los demás bajo presión o a su vez del comportamiento.

La resiliencia es un término originado en la física y en particular en la ingeniería en el estudio de los materiales, y hace referencia a la capacidad de un elemento para que ante un golpe o el accionar de elementos externos pueda volver a su estado original. Es decir es la resistencia que oponen los cuerpos. Posteriormente este concepto se ha llevado a otras áreas del conocimiento como en la ecología en donde se utiliza para definir la capacidad que tiene un ecosistema de recuperarse y volver a su estado característico original, luego de haber sido perturbado.

Las investigaciones desde la Psicología, la Sociología, han tocado el tema de crisis, problema, conflicto y superación de las dificultades. Así en psicología es hacer referencia a fenómenos tales como el aprendizaje, el desarrollo y el pensamiento, entonces los procesos resilientes no podrían ser tomados como equivalentes de los actos o conductas que se consideran resilientes, o sea, las respuestas instrumentales con fines de adaptación, en tanto evidencia de una capacidad de resiliencia. Mientras tanto en Sociología Se enfatiza la resiliencia como producto de un proceso dinámico entre factores protectores y de riesgo que puede ser construido, desarrollado y promovido desde la familia, la escuela y la comunidad. El propósito es desarrollar estilos efectivos de afrontamiento a las situaciones difíciles

Desde la perspectiva organizacional, las empresas resilientes son aquellas en épocas de cambio constantes derivados de la crisis económica social o de la globalización de los negocios, presentan un desempeño superior a otras y obtienen beneficios desde la capacidad de asimilar las circunstancias en tiempos de crisis o imprevistas; es decir, la resiliencia hace hincapié en las condiciones de un sistema basado en la complejidad, apartado del equilibrio donde las estabildades puede transformarse en potencialidades para direccionar el comportamiento. Por tanto la resiliencia aumenta la probabilidad de evitar cambios a dominios de estabilidad no deseados, además provee flexibilidad y oportunidad de para desarrollar un sistema sustentable. Entonces Tapia (2016) dice que la resiliencia organizacional consiste en dar una idea de cómo las organizaciones y los individuos y las unidades de las cuales están compuestas logran resultados deseables en medio de la adversidad, la tensión y las barreras significativas de adaptación o el desarrollo.(1), La resiliencia promueve una nueva forma de ver el argumento de que las organizaciones son más eficaces respecto de perspectivas deterministas de la teoría de la organización considerando las amenazas contextuales y el grado de rigidez interna. (2).

Al hablar de organizaciones emerge las organizaciones humanas desde la perspectiva de la complejidad porque cada ser humano tiene diferentes formas y tiempos de adaptación de acuerdo a las relaciones humanas y estas a veces se presenta cambios bruscos de comportamientos por motivos de estabilidad o inestabilidad, lo cual las organizaciones genera variaciones en su desenvolvimiento, por consiguiente se presenta la necesidad de realizar ajustes óptimos para planificar cambios sede la mente para enfrentar la adversidad. Entonces surge la necesidad de comprender por qué las personas reaccionan en forma diferente ante las adversidades, entonces epistémicamente nace la resiliencia.

Entonces se afirma que la resiliencia es la capacidad que posee una persona para enfrentar las adversidades, poder sobrepasarlas y además, del ser humano para hacer frente a las adversidades de la vida, superarlas e inclusive, ser transformados por ellas. Suárez. (3) otro autor define a la resiliencia como una composición de factores que posibilitan a un ser humano, enfrentar y sobrepasar las dificultades y desgracias de la vida, y edificar sobre ellos (4)

La importancia de la resiliencia radica en que es un enfoque multidisciplinario que busca integrar ideas, capacidades u orientaciones de diferentes ciencias para establecer modelos de organización, cultura y comportamiento para lograr mejores resultados individuales y grupales en los diferentes contextos en el campo de conocimiento. De otra parte, el enfoque se hace desde la dinámica de los procesos que abordan los individuos o los grupos humanos para enfrentar las crisis con solvencia

Para tal propósito, se estableció bases epistemológicas y conceptuales de la resiliencia para relacionar, con la programación neurolingüística, y los procesos neurológicos. Por último se establece la relación entre la alineación de los niveles neurológicos y el modelo de transformación resiliente A.B.A.T.I.R.

## **2. Metodología**

La metodología utilizada para la elaboración del artículo es de enfoque cuantitativo y cualitativo, apoyados en el estudio descriptivo y documental correlacional con estrecha relación a los estudios investigativos como: tipo documental, basada en la revisión bibliográfica de artículos arbitrados, textos impresos y digitales, referencias de artículos publicados y recuperadas

de Internet, sobre la resiliencia y la programación neurolingüística como herramienta estratégica para el desarrollo organizacional.

El siguiente diseño metodológico se realiza con el propósito de dar una propuesta de diseño con herramientas de neurociencia para contextualizar la forma como se puede llevar a cabo, y poder dar un análisis más profundo de la investigación desde puntos de vista neurocientíficos y de determinar las características de líderes hombres y mujeres que se relaciona con la prospectiva del liderazgo.

La presente investigación ha buscado realizar un análisis bibliométrico de los artículos que desarrollen el tema de resiliencia en diferentes países con el fin de precisar la cantidad de textos que mantienen un cuerpo teórico y qué cantidad refieren a investigaciones empíricas. Se ha realizado la mayor cantidad de investigaciones empíricas e investigaciones teóricas.

El corpus bibliográfico se clasificó de acuerdo a las siguientes categorías de análisis: con el fin de precisar la cantidad de artículos que mantienen un cuerpo teórico sobre resiliencia y qué cantidad refieren a investigaciones empíricas, realizando un recorrido histórico sobre el avance científico acerca del tema de resiliencia correspondiente al segundo período. Identificando, a la vez, dentro de cada período las investigaciones empíricas de las investigaciones teóricas o de revisión. Se realiza esta división en dos fases de tiempo a los fines de observar si se produjo una modificación al respecto de las investigaciones sobre el tema.

Se consultaron las bases de datos electrónicas especializadas: Scielo, EBSCO, Google académico, referencias bibliográficas de la U.C.A. y revistas de divulgación.

Para tal efecto la metodología aplicada se fundamenta en el siguiente esquema

1. Construcción de los fundamentos epistemológicos de la Resiliencia y PNL
2. Construcción de los procesos neurológicos
3. Presentación de un esquema del modelo A.B.A.T.I.R

### **3. Desarrollo y Discusión**

#### *La resiliencia y las organizaciones empresariales*

En la actualidad la resiliencia genera espacios multidisciplinarios que sustenta la capacidad de vínculo entre las personas y las organizaciones para conocer en qué grado se encuentra los elementos críticos de esa relación y como se enfrenta ante situaciones difíciles.

Por otra parte uno de los investigadores más reconocidos, ha definido la resiliencia como la capacidad de una persona o de un sistema social para desarrollarse y crecer en presencia de grandes dificultades. (5) Esta capacidad se traduce en protección, resistencia, construcción y proyección en el tiempo, según este autor, la resiliencia se construye en un proceso continuo durante toda la vida, donde se crea una interacción entre la persona y su entorno social, por lo tanto es variable y el individuo puede ir tejiendo su propia capacidad resiliente

Así también, se define a la persona resiliente como aquella que posee la habilidad de sobreponerse a la adversidad, con buena salud y energía bajo presión constante, quien maneja

y sale fácilmente de situaciones difíciles. (6). Esta persona es capaz de descubrir nuevas formas de trabajo y de vivir cuando ya los viejos estándares no le funcionan. Asimismo este autor considera que la resiliencia es la habilidad más importante en el mundo de hoy debido a que la sociedad está pasando por periodos de caos constantes, en tal sentido las personas deben ser más resilientes hoy en día que en el pasado. El hecho de que las personas sean más resilientes les permite tener una ventaja significativa sobre las personas que simplemente reaccionan a las situaciones como víctima. (7)

La resiliencia como modelo es una herramienta para facilitar el cambio y parte de los factores desde la perspectiva de los protectores internos y externos, que ayudan a las personas a pensar diferente y retomar un considerable fracaso como un nuevo desafío basados en el contexto o ambiente que le rodea, los factores más relevantes de la resiliencia. (8)

#### *Factores protectores internos*

- Presta servicios a otros y/o a una causa
- Emplea estrategias de convivencia: como adopción de buenas decisiones, asertividad, control de impulsos y resolución de problemas, entre otros.
- Sociabilidad. Capaza de ser amigo, capacidad de mantener relaciones
- Sentido del humor y automotivación
- Control interno y visión positiva
- Autonomía, independencía
- Flexibilidad
- Capacidad para el aprendizaje
- Idoneidad y competencias

#### *Factores protectores externos*

- Promueve vínculos estrechos
- Valora y alienta la educación prospectiva
- Emplea estilo de interacción cálido y no crítico
- Fija y mantiene límites claros (reglas, normas y leyes)
- Fomenta relaciones de apoyo
- Alienta actitud de compartir responsabilidades, prestar servicios a otros y brindar la ayuda requerida
- Brinda acceso para satisfacer necesidades básicas de vivienda, trabajo y salud
- Expresa expectativas de éxito
- Promueve el establecimiento y el logro de metas
- Fomenta el desarrollo de valores pro sociales
- Proporciona liderazgo
- Aprecia y valora talentos

Al hablar de resiliencia se debe también hablar de los factores y modelos, los factores son físicos y psicológicos. Los factores físicos inciden en el desarrollo sostenible los cuales incorpora necesariamente sobre las dimensiones de la ecoeficiencia (económico, social y ambiental) En forma radical Scheffer (9) argumenta que la resiliencia incrementa la probabilidad de evitar cambios a dominios de estabilidad no deseados además provee flexibilidad y oportunidad para desarrollar un sistemas sustentable, basados en las siguientes características:

- Es la cantidad de cambio o transformaciones que un sistema complejo puede soportar manteniendo las mismas propiedades y funciones
- Es el grado en el que el sistema es capaz de auto organizarse
- ES la habilidad del sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse

Holling Como Gunderson afirman que la supresión de alguna de estas características hará indefectiblemente, al sistema poco sustentable en el tiempo, entonces el concepto de resiliencia está directamente asociado con la sustentabilidad de todo sistema complejo, por tanto es variable en el tiempo dependiendo de las acciones y relaciones del sistema y volatilidad ambiental, para este efecto es importante el comportamiento cerca de un equilibrio inestable. (10,11)

En el aspecto psicológico Rutter (12) fue adaptado a las ciencias sociales para caracterizar aquellas personas que, a pesar de nacer y vivir en situaciones de alto riesgo, se desarrollan psicológicamente sanos y exitosos, entonces a continuación se detalla los conceptos psicológicos más relevantes

- Habilidad de surgir en la adversidad, adaptarse, recuperarse, y acceder a una vida significativa
- Capacidad humana universal para hacer frente a las adversidades de la vida, superarlas e incluso transformarlas
- La resiliencia es un proceso0 dinámico que tiene por resultados la adaptación positiva

En consecuencia al hablar de factores paralelamente se puede combinar con modelos los cuales, son en conjunto las estructuras de apoyo, sobre las cuales, la resiliencia ha evolucionado, hasta convertirse actualmente en una esperanza realista. (13). Sobre la base de la idea expuesta, se pudo llegar a un consenso en la construcción del concepto, fueron los mismos investigadores, quienes comenzaron la elaboración de modelos que permitieron describir y explicar el fenómeno de resiliencia, así como elaborar modelos de plataforma para la creación de propuestas de trabajo y promoción de la resiliencia.

Los factores protectores operarían a través de tres mecanismos diferentes, adicionalmente para Werner (1993) los factores protectores operarían a través de tres mecanismos diferentes. (14).

- a) Modelo compensatorio: Los factores estresantes y los atributos del ser, se combinan entre sí en la predicción de una consecuencia; y el estrés severo puede ser contrastado por cualidades personales o un uso adecuado de la PNL en relación a la negociación de emociones y el pensamiento mental
- b) Modelo de desafío: El estrés es tratado con un pensamiento positivo que radica en sentirse cómodo en lo incomodo, para que genere el cerebro neurotransmisores de bienestar, así por ejemplo de la inseguridad a la seguridad.
- c) Modelo de inmunidad: Es la relación condicional entre estresores y factores protectores, mencionados factores modulan el impacto del estrés en la calidad de adaptación

Por otra parte es importante analizar los niveles de comportamiento y la capacidad reflexiva en la toma de decisiones basadas en la reflexión y el estado emocional, otro de los aspectos a considerar se refiere a la naturaleza de la familia y la convivencia frente a ella y el

medio en que se desenvuelve, por tanto el sujeto debe salir fortalecido y transformado por sus malas experiencias cada vez más duras, con una actitud positiva, para ello se necesita:

- Buena autoestima y autoimagen
- Conocimiento de su bio ser (fortalezas y debilidades)
- Desarrollar virtudes y su potencial como ser humano
- Incentivar sus pensamientos y emociones
- Tomar los fracasos como desafíos
- Ser creativos y proactivos
- Tener buena inteligencia emocional y empatía
- Saber pedir ayuda cuando lo necesita
- Reflexionar con pensamiento crítico
- Ser optimista y tener buen humor

Entonces desde varios aspectos enfatiza la formación resiliente debe ser:

- Capacidad de adaptación
- Baja susceptibilidad
- Enfrentamiento efectivo
- Conductas positivas
- Buen temperamento y habilidades cognitivas para superar adversidades.
- 

De la misma manera se manifiesta que constituye entonces un cambio de pensamiento en las personas resilientes, la misma que conduce a tener pensamientos y sentimientos positivos que mejoren la calidad de vida y tenga perspectivas de cambios y nuevos horizontes. Entonces la resiliencia puede transformar profundamente nuestras habilidades que se detalla a continuación: (15)

1. Inteligencia social: Se refiere a la capacidad de relacionarse con el mundo que lo rodea de una manera asertiva, empática y constructiva. Está relacionado con la autonomía
2. Proactividad y pensamiento heurístico: Consiste en la capacidad de enfrentar los problemas de forma resolutiva y crítica, pasando del pensamiento a la acción y sobretodo aprender a aprender del fracaso.
3. Alta motivación del logro: Consiste en la búsqueda de la excelencia en todas las cosas que se realiza en la vida; es decir es la capacidad de luchar por nuestros sueños sin mirar los obstáculos para ello es importante trazarse metas.
4. Autonomía personal: Significa conocerse y valorarse uno mismo y aprender a ser responsable de sus actos y fomentar nuevas perspectivas de futuro y de innovación tecnológica

Por tanto se elabora la rueda de resiliencia estableciendo seis pasos dividido en dos bloques primeramente los pasos del 1 al 3 es para mitigar los riesgos y los pasos del cuatro al seis para crear resiliencia (16)

1. Enriquecer los vínculos
2. Fijar límites claros y firmes
3. Enseñar habilidades para la vida

4. Brindar afecto y apoyo
5. Establecer y transmitir expectativas elevadas
6. Brindar oportunidades de participación significativa

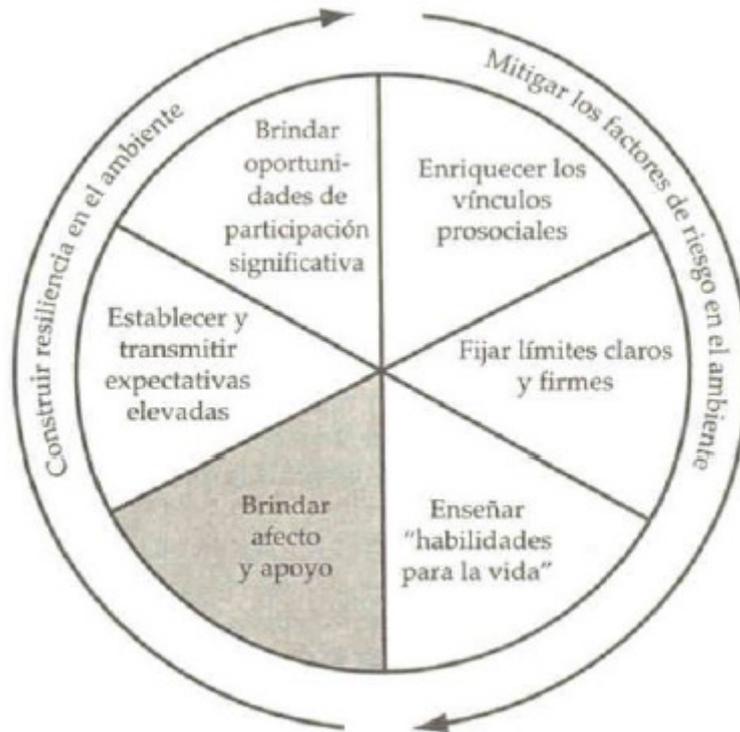


Fig. 1 Rueda de resiliencia.  
Fuente Barrientos, R (2008).

### PASO 1 a 3: Mitigar los riesgos

- 1. Enriquecer los vínculos.** Esto implica fortalecer las conexiones entre los individuos y cualquier persona o actividad de bien social; se basa en pruebas indicativas de que las personas con fuertes vínculos positivos incurren mucho menos en conductas de riesgo que los que carecen de ellos, lo que indica la importancia de generar estos vínculos para forjar personas resilientes.
- 2. Fijar límites claros y firmes.** Consiste en elaborar e implementar políticas y procedimientos coherentes y que respondan a las expectativas de conducta deseables. Cuanto mejor si los mismos funcionarios participan activamente en la generación de las normas de convivencia y códigos de ética. Eso permitirá que también se conviertan en los vigilantes de que dichas normas se cumplan, desarrollando así, autonomía, responsabilidad y control de sus actos.
- 3. Enseñar habilidades para la vida.** Éstas incluyen: cooperación; resolución de conflictos; estrategias de resistencia y asertividad; destrezas comunicacionales; habilidad para resolver problemas y adoptar decisiones, y un manejo sano del estrés. Este conjunto de habilidades deben desarrollarse de manera consciente y planificada, es decir, deben incorporarse en la planificación institucional mediante el coaching. .

## **PASOS 4 a 6: Construir resiliencia**

La investigación de la resiliencia aporta tres pasos adicionales importantes para propiciar la resiliencia. Las siguientes recomendaciones constituyen condiciones ambientales normalmente presentes en las vidas de los individuos que se sobreponen a la adversidad.

**4. Brindar afecto y apoyo.** Esto implica proporcionar respaldo y aliento incondicionales, es decir, independientemente de si los individuos se lo merecen o no. Por ser el más crucial de todos los elementos que promueven la resiliencia, aparece sombreado en el diagrama de la Rueda de la Resiliencia. De hecho, parece casi imposible „superar“ la adversidad sin la presencia de afecto. El afecto constituye un elemento fundamental para enfrentar cualquier tipo de adversidad.

**5. Establecer y transmitir expectativas elevadas.** Este paso aparece con reiteración tanto en la bibliografía sobre la resiliencia como en las investigaciones del éxito en todos los niveles. Es importante que las expectativas sean elevadas y realistas, es decir, posibles de alcanzar, a fin de que actúen como motivadores eficaces, pues lo que habitualmente ocurre es que muchos escolares son objeto de expectativas poco realistas y asumen bajas expectativas sobre ellos mismos. Elevar las expectativas de los seres humanos sobre ellos mismos constituye una gran medida para ayudarles a superar sus problemas con éxito y confianza en sí mismos.

**6. Brindar oportunidades de participación significativa.** Esta estrategia significa otorgar a los educandos, a sus familias y al personal escolar una alta cuota de responsabilidad por lo que ocurre en la escuela, dándoles oportunidades de resolver problemas, tomar decisiones, planificar, fijar metas y ayudar a otros. Este medio de construir resiliencia está apareciendo cada vez con más frecuencia en la bibliografía sobre el cambio escolar dirigido a que la enseñanza se vuelva más „práctica“, el currículo sea más „pertinente“ y „atento al mundo real“, y las decisiones se tomen más a menudo en el lugar de trabajo

Entonces con estos aspectos y con la relación de la Programación Neurolingüística, nos orienta El aporte de las técnicas de la PNL está en el estudio de los factores que influyen sobre nuestra forma de pensar, de comunicarnos y comportarnos. Es, además, una poderosa herramienta de desarrollo del ser humano integral mediante una serie de pasos bien estructurados, a través de los cuales el practicante puede ir desarrollando sus mapas personales para actuar con competencia, tanto en su mundo exterior como interior.

Según Sambrano (17),

- a) La PNL tiene la habilidad de ayudar al ser humano a crecer, trayendo como resultado una mejor calidad de vida.
- b) Presenta un enfoque práctico y potente para lograr cambios a nivel personal debido a que posee una serie de técnicas que permiten que el individuo adquiera una conducta deseada.
- c) Se concibe como una poderosa herramienta de comunicación y sincronización puesto que, a través del proceso de comunicación, se puede dirigir el cerebro para lograr resultados óptimos.
- d) Es esencialmente un modelado. Los especialistas que desarrollaron la PNL estudiaron a quienes hacían las cosas de manera excelente, encontraron cuál era su fórmula y pro-

- porcionaron los medios para repetir la experiencia.
- e) La PNL es una actitud. La actitud de “voy a lograrlo”.
  - f) Va más allá de un simple conjunto de herramientas. Se origina a partir de la lingüística, la terapia Gestalt, la semántica general, el análisis transaccional, el dominio corporal, cognitivo y emocional.

Entonces la PNL, es la capacidad de comprender y negociar emociones y manejarlas, de tal manera que podamos utilizarlas para guiar nuestro comportamiento, los procesos de pensamiento, para producir mejores resultados con eficiencia y eficacia. Por tanto Las organizaciones se encuentran en un proceso continuo de cambio motivado por las demandas del contexto externo e interno, y por otro lado la capacidad de adaptación de los funcionarios que en ellas trabajan. Para que las empresas desarrollen de manera sostenible y sustentable, se requiere una sustancial participación neuropsicológica que manifiesta el manejo de competencias psicosociales del funcionario Las organizaciones modernas e inteligentes necesitan empleados que sean capaces y estén dispuestos a intervenir psicológicamente y emocionalmente en sus puestos de trabajo y a su vez laborar con personas formando equipos de trabajo transdisciplinarios y multidisciplinarios, fundamentados en el bienestar generando competencias desde “Mi mundo Interior Crea mi Mundo Exterior”, aprovechando que cada persona tiene dentro de si los recursos neurológicos que necesita para conseguir los objetivos que se proponga en las empresas.

La PNL presenta herramientas específicas que pueden ser aplicadas efectivamente en cualquier interacción humana. Ofrece técnicas específicas por las cuales un practicante puede organizar y reorganizar útilmente su experiencia subjetiva o las experiencias subjetivas de un cliente para definir y asegurar subsecuentemente un objetivo conductual. Para ello es importante relacionar la PNL y la Resiliencia como un modelo que permita el desarrollo personal y profesional del ser humano, facilitando de esta manera que la persona pueda afrontar diversas situaciones de una forma lógica, intuitiva y creativa. Tomando en cuenta estos beneficios, se permite decir que la PNL puede ser aplicada dentro de cualquier organización para incrementar y mejorar el desempeño de sus empleados. En tal sentido, para efectos de esta investigación, la cual busca crear personas resilientes, su aplicación resulta necesaria y beneficios para la generación de empresas resilientes.

Las neurociencias y la PNL presentan un mundo lleno de situaciones de estímulo/respuesta y una gran parte del comportamiento humano consiste en respuestas programadas inconscientes. En consecuencia se presenta las seis presuposiciones de la PNL, como herramienta complementaria a la resiliencia como factor de autonomía y motivación para ser mejores seres humanos y esa actitud refleje en las personas resilientes; así tenemos:



Fig. 2. Presuposiciones de la PNL.  
Fuente: Barrientos, R (2008).

La PNL está basada en lo que se ha dado en llamar “presuposiciones”. Son definidas como presuposiciones ya que se “presupone” que son verdaderas y las tomamos como guías que definen nuestra actuación en los diversos contextos en los cuales nos desempeñamos.

No se pretende en forma alguna que estas presuposiciones posean certeza absoluta o sean universales, pero, si se toman “como si” fuesen ciertas o verdaderas, estas constituyen recursos que optimizaran nuestra vida y nuestras relaciones con los demás y con nosotros mismos. Asimismo, actuar como si estas presuposiciones fuesen verdaderas nos permitirá obtener el máximo provecho de todos los modelos de la PNL.

Bandler y Grinder nos dicen que para ser elegantes en un campo de acción, debemos contar con la flexibilidad y elegancia que nos confiere el contar con múltiples opciones, y al respecto nos dicen: “si sólo cuentas con una opción, eres un robot; si cuentas con dos opciones, estas en un dilema; sólo con tres o más opciones se puede ser flexible”. (18).

Toda experiencia tiene una estructura: Dado que las experiencias varían en las personas, no existen dos seres humanos que tengan los mismos mapas o modelos del mundo. Por lo tanto, cada quien crea un modelo diferente del mismo mundo que se comparte, y por lo tanto, se experimentará una realidad diferente. Citando a Korzybsky en Science and Sanity: “Un mapa no es el territorio que representa, pero si es correcto, tendrá una estructura semejante al territorio, lo cual da cuenta de su utilidad”.

En comunicación no existen fracasos, solo resultados: No existen fallas en comunicación, sólo retroalimentación: Si la respuesta obtenida no es la esperada, debemos tomar tal respuesta como una respuesta útil que nos proporciona retroalimentación para modificar nuestra actuación y así conseguir los resultados que deseamos.

Si no funciona, haz algo distinto, no importa qué, pero haz algo distinto: Esta presuposición tiene que ver con la flexibilidad que debemos tener para conseguir nuestros objetivos. Si constantemente estamos corroborando que el resultado esperado no se está alcanzando, no debemos persistir en emplear los mismos medios, sino que debemos probar con otros diferentes hasta que logremos lo que nos hemos propuesto. Cada intento fallido no constituye un error, sino un descubrimiento de una forma más de cómo no lograr nuestro objetivo.

Generar cambios y alcanzar los objetivos: Las personas cuentan potencialmente con todos los recursos necesarios para cambiar y para actuar eficientemente: A lo largo de nuestra historia personal hemos acumulado experiencias, de las cuales podemos extraer los recursos necesarios para desarrollarnos como personas y afrontar con elegancia y flexibilidad cualquier circunstancia que se nos presente. Existen modelos específicos de la PNL que cumplen con esta función: rescatar recursos de nuestra experiencia e instalar las herramientas necesarias para crearlos

Todo comportamiento está orientado a la adaptación: Todo comportamiento es útil en determinado contexto: es necesario analizar todo comportamiento a la luz del contexto o ambiente donde se desarrolla, ya que de otro modo tal comportamiento puede parecer ilógico, irracional o fuera de lugar.

Todo comportamiento tiene una intención positiva: toda conducta tiene como objetivo conseguir algún beneficio. La PNL distingue entre la intención o propósito de una conducta y la conducta en sí. De igual modo, una persona no es su conducta. La conducta sólo nos parece negativa debido a que no conocemos su propósito. La PNL se encarga de darnos medios de alcanzar esos objetivos, medios alternativos más eficaces que expandan nuestras opciones como seres humanos, sustituyendo así las conductas o respuestas limitadoras.

### *Los Niveles Neurológicos de la PNL para el desarrollo Organizacional*

Después del desarrollo inicial de la PNL, con el Metamodelo del lenguaje, Carrión (20,21) afirma, que la mayor aportación realizada a ésta, fue el trabajo de Robert Dilts sobre los niveles lógicos y neurológicos en el hombre y las organizaciones. La noción de Niveles Lógicos se refiere al hecho de que algunos procesos y fenómenos están creados por las relaciones entre otros procesos y fenómenos. Cualquier sistema de actividad es un subsistema que forma parte de otro sistema, que a su vez forma parte de otro sistema, y así sucesivamente. Esta clase de relación entre sistemas, sostiene Dilts (2004) produce diferentes niveles de procesos, que estarán en función

En igual forma, O'Connor y Seymour (1995), señalan que Robert Dilts ha construido un modelo simple y elegante para pensar sobre cambio personal, aprendizaje y comunicación, que une las ideas de contexto, relaciones, niveles de aprendizaje y posición perceptiva. También crea un contexto para pensar en las técnicas de la PNL, y da un marco para organizar y recoger información, de forma que se pueda identificar el mejor lugar donde intervenir para realizar el cambio deseado. Las personas no cambian a trozos o en bits, sino de forma orgánica.(22)

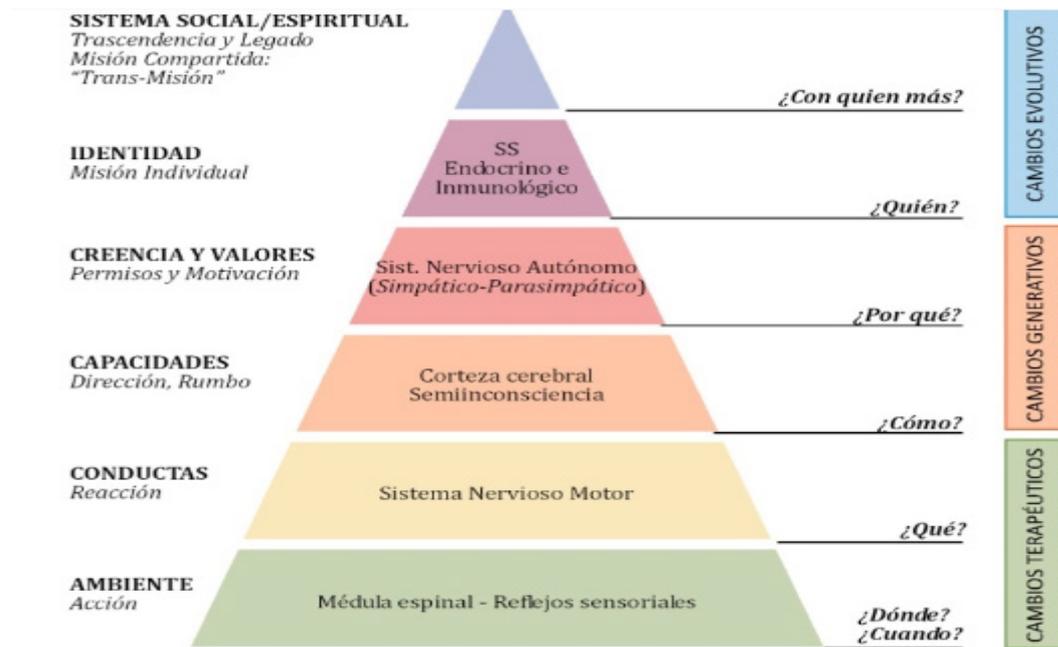


Fig. 3. Presuposiciones de la PNL.  
Fuente: Barrientos, R (2008).

- a) Ambiente: Donde, cuándo y con quien. Contexto externo. Lugar en el que se ejecutan las acciones, con quien se realiza y en los momentos que se efectúa. De estos tres elementos exógenos y de su cuidada atención va a depender en muchos casos el éxito o inutilidad de los propios comportamientos.
- b) Comportamientos: Que hace. Acciones específicas realizadas en cada contexto. Conductas ejecutadas por todos y en cualquier momento. Aquí se incluyen tanto las conductas operativas como las anómalas e incluso las enfermedades, ya que para la PNL, toda enfermedad es una conducta.
- c) Capacidades: Estrategias, estados, cualidades, emociones. Como puede o no puede, como hace o como se impide hacer. Son los estados internos del individuo que permiten o no generar ciertas conductas. Este nivel es en donde opera con mayor forma habitual la PNL, y donde sus efectos pueden ser experimentados con mayor facilidad. Dirección que el hombre impone a su vida, sentido que le da a sus conductas.
- d) Creencias: Porque hace o haría las cosas. Es el permiso y motivación que se da el individuo, para desarrollar sus capacidades. Este nivel es el más complejo y múltiple de toda la escala; lo forman todo el sistema de valores, criterios, creencias propiamente dichas y los metaprogramas. Las propias creencias del hombre soportan su identidad y le abren las puertas del poder o no.
- e) Identidad: Quien se considera el hombre que es. Cuál es su propia misión o función en la vida. Cuál es la relación consigo mismo, quien cree que es y como consecuencia donde pone sus límites. La identidad se encuentra directamente relacionada con la espiritualidad, y de ella emana.
- f) Espiritual: Que y quien más está con el hombre, por encima de él, más importante que él. Como el individuo vive su experiencia de pertenencia a un sistema más amplio y determinante que su propia identidad. Es el espacio interno que conecta al hombre con lo transpersonal, incluso con lo sublime o con la parte más profunda de el mismo, eso que llaman esencia.

### *Modelo de alineación de Resiliencia y niveles neurológicos*

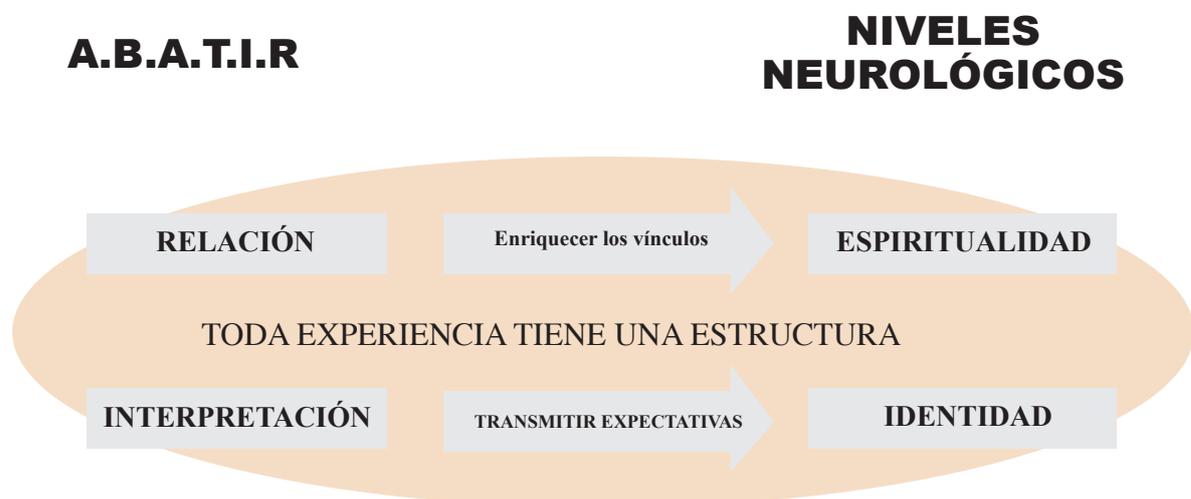
En la actualidad la importancia de una formación prospectiva en el desarrollo de capacidades resilientes con relación a los procesos neurológicos están estrechamente relacionados con el desarrollo de las organizaciones, porque está inmerso las necesidades de cambios, basados en nuevos paradigmas de la complejidad, en esto radica en la formación cuando la mente simplemente se sujeta a la simplicidad y cuando se enfrenta a adversidades ya sea personales o en el campo laboral de las empresas, la globalización y las nuevas tecnologías. Por tal motivo, según Dilts (1998), se requiere de un concepto distinto de gestión y aprendizaje en el ámbito organizacional, para este efecto es importante el equilibrio emocional y la generación de valores, cultura y creencias, es decir que exista congruencia entre las acciones, pensamientos y emociones entre el ser y la empresa.

Cuando los niveles neurológicos no están alineados, se vuelve algo muy evidente ante los ojos de los demás pues las personas no muestran congruencias entre lo que piensan, lo que dicen y lo que hacen. La Programación Neurolingüística facilita una metodología mediante la cual se pueden alinear dichos niveles. Cuando esto es llevado a cabo, algo sucede en el interior de los individuos, lo cual les permite ser congruentes en su manera de accionar, haciendo más con menos y volviéndolos más conscientes de su papel como seres humanos, como empresarios o ejecutivos, como padres de familia, transformándolos en seres trascendentes, dejando huella.

De allí que es fundamental para una organización que sus empleados estén alineados y coalineados con los niveles neurológicos de la empresa. Según Dilts (1998), cuando las personas comparten una misma visión, misión, valores y objetivos, se encuentran en una mejor disposición para ser más eficientes en su organización.

### LA RESILIENCIA VISTA DESDE EL ENFOQUE DE LA PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA (PNL).

En la investigación se busca presentar un modelo que relacione la resiliencia que es denominado A.B.A.T.I.R con la Programación Neurolingüística y los niveles neurológicos propuesto por Dilts (24). La relación entre los modelos se centra muestra en la figura 4.



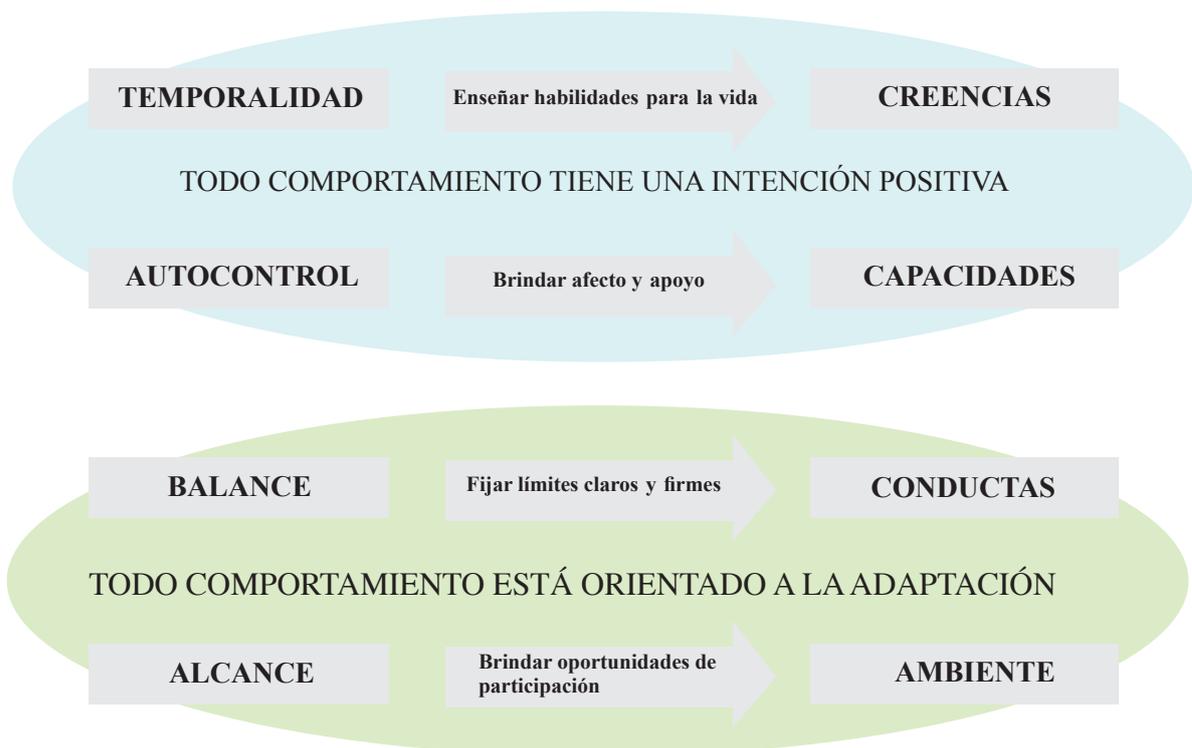


Fig. 4. Modelo de Resiliencia con perspectiva de la PNL.  
Fuente: Fuente: Bracho y Quintero (2008).

Modificado por: Autores.

Es importante destacar que las reglas por las cuales se rigen los niveles neurológicos también rigen el modelo de resiliencia. Por lo tanto, así como se pueden alinear los niveles neurológicos, también se pueden alinear los niveles de transformación resiliente en los individuos pertenecientes a cualquier organización humana. De igual manera, como se expresa en el estudio de los niveles neurológicos, en el cual se parte de un nivel inferior como es el entorno hasta llegar al nivel superior el cual es la espiritualidad, en el modelo A.B.A.T.I.R. se parte del nivel alcance hasta llegar al nivel relación.

#### 4. Conclusiones

En la actualidad la simplicidad, ha evolucionado en relación con la complejidad, porque en la formación académica existe un temor latente cuando se habla de complejidad, debido a esto se huye de ella para refugiarse en la no innovación y emprendimiento, por tanto no están preparados para los fracasos y si existiese se declararían en quiebra. Pero simplificar el comportamiento humano depende en ocasiones del manejo del pensamiento y las emociones en el contexto personal y organizacional; al no negociar sus emociones no pueden salir de la incomodidad del ser humano que la compone. La resiliencia es una manera de ver los comportamientos humanos desde una perspectiva multidisciplinaria que tiene como objetivo mejorar los procesos y resultados de los grupos humanos frente a las crisis, entonces se puede concluir que la sistematización del estudio de la resiliencia a través del modelo de los niveles neurológicos ya probado con éxito por la PNL en diferentes ámbitos tanto personales como organizacionales, permitirá desarrollar en forma más efectiva la conceptualización de resiliencia. Asimismo, es importante destacar que esta investigación debe ser profundizada para determinar y crear un patrón de intervención que

permita potenciar cada uno de los niveles propuestos en el modelo de transformación resiliente para posteriormente establecer una alineación que permita estudiar a los individuos y a las organizaciones tal como son, seres humanos con potencialidades y debilidades.

### **Bibliografía**

1. Tapia, G (2006). Un nuevo rol de las finanzas en la Economía Social. SADAF jornadas XXVI septiembre 200. Vaquerías. Córdoba. Argentina.
2. Staw, Sanderlands, & Dutton (1981). Threat rigidity effects in organizational behavior: a multi-level analysis. *Admin Sci Quaterly*. Vol. 26. 1981, pp. 501 – 524
3. Grotberg, E. (1995) The International Resilience Proyect: promoting Resilience in children .ERIC: ED .383424 , E.E.U.U.
4. Suárez Ojeda (1995). Suárez Ojeda, E. N. (1993). Resiliencia o capacidad de sobreponerse a la adversidad. *Medicina y Sociedad*
5. Vanistendael (2003), Conferencia Resiliencia presentada en el seminario Los aportes del concepto resiliencia en los programas de Intervención Psicosocial, Santiago. Chile.
6. Vanistendael, S. (2003). Resiliencia y espiritualidad. Editato por el Bureau International Catholique de l'Enfance
7. Siebert (2005), *The resiliency advantage*, Berrett-Koehler Publishers, Inc. San Francisco, USA.
8. Henderson, N & Milstein, M. (2003) Resiliencia en la escuela. Ed. Paidós. Nadríd
9. Scheffer, M et al. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems *Nature* 413591-696
10. Holling, C.S (2004) From Complex regions to complex worlds. *Ecology and Society* disponible en: <Http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art11/>
11. Gunderson, L. (2008) Ecological resilience – in theory and application. *Journal Ecol. Syst.* Universidad de Chile
12. Rutter, M. (1993). Resilience: some conceptual considerations. *Journal of Adolescents Health* 14 (8), 626-631
13. Cyrulnik, Tomkiewicz, Guénard, Vanistendael y Manciaux (2003) El realismo de la esperanza. Barcelona: Gedisa.
14. Werner, E (1993) Preotective factors and residual resilience . En . *Handbook of early childhood intervention* (1993) Meisels, Samuel J. y Shonkoff, Jack P. (Eds). Cambridge University Press. Nueva York, E.E.U.U.
15. Montero Martínez (2009). Ergonomía y Resiliencia. Tercer Congreso Internacional de Psicología. Octubre. Avilés. España.
16. Rimari Barrientos (2008) ¿Cómo forjar personas resilientes en nuestras escuelas? Asociación San Jerónimo. Lima Perú
17. Sambrano, Jazmin. (2019). PNL para todos: el modelo de la excelencia / Jazmín Sambrano. SERBIULA (sistema Librum 2.0).
18. Bandler, R. y Grinder, J. (2000). La estructura de la magia. Santiago de Chile: Cuatro Vientos.

19. Parsello, A. (s, f.) Neurociencias y PNL Instituto de Formación e Investigación Colombia.
20. Carrión; S. (2001), Curso de Practitioner en PNL, Editorial Obelisco, Barcelona España.
21. Carrión; S. (2003), Curso de Master en PNL, Editorial Obelisco, Barcelona España.
22. Dilts, R. (1998) Liderazgo creativo. Editorial Urano, Barcelona España.
23. Dilts, R. (1998) Coaching Herramientas para el cambio. Editorial Urano, Barcelona España.
24. O'connor; j., Seymour; J. (1995), Introducción a la PNL, Editorial Urano, Barcelona España.
25. Siebert; A (2005) The resiliency advantage, Berrett-Koehler Publishers, Inc. San Francisco, USA.
26. Stoltz; P. (2000) Adversity Quotient: Turning Obstacles Struggles into Opportunities. The Institute for Management Studies, William Morrow, Reno Nevada
27. Stoltz; P. (2003) Cociente de Adversidad en el Trabajo. Colombia: Intermedio Editores.
28. Kotliarenco; M, Cáceres; I & Fontecilla; M (1997) Estado del arte en resiliencia. CEANIM Centro de Estudios y Atención del Niño y la Mujer.
29. Brooks, R. & Goldstein, S. (2004), The Power of resilience. Achieving balance, confidence, and personal strength in your life. McGraw-Hill. U.S.A.
30. Cyrulnik, B. Tomkiewicz, S. Guénard, T. Vanisten, Dael; S. & Manciaux, M. (2003). El realismo de la esperanza. Barcelona: Gedisa.
31. Quintero Weffer, Nelson, Bracho Sánchez, Mayte, A.B.A.T.I.R: un modelo de resiliencia en las organizaciones humanas con el enfoque de la programación neurolingüística. Negotium [en línea] 2009, 4 (Abril-Sin mes) : [Fecha de consulta: 26 de enero de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78211195004>> ISSN
32. Atehortúa M., Miguel, RESILIENCIA: OTRA PERSPECTIVA DE LAS EXPERIENCIAS SOCIALES Y PERSONALES DENTRO DE LA EMPRESA. Estudios Gerenciales [en línea] 2002, (enero-marzo) : [Fecha de consulta: 26 de enero de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21208202>> ISSN 0123-5923
33. Losada, Analia Veronica, Latour, María Inés, RESILIENCIA. CONCEPTUALIZACIÓN E INVESTIGACIONES EN ARGENTINA. PSIENCIA. Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica [en línea] 2012, 4 [Fecha de consulta: 26 de enero de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333127382004>> ISSN 2250-5490.

# ***La rotación del personal en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y su impacto en el clima organizacional***

*(The rotation of personnel in the Municipal Decentralized Autonomous Governments and their impact on the organizational climate)*

G. Lara\*, E. Toapanta, J. Daquilema, D. Vallejo

Escuela de Ingeniería de Finanzas, Facultad de Administración de Empresa,  
ESPOCH, Dirección postal EC060155.

\*Correspondencia Email gerado.lara67@yahoo.com (G. L, Lara Noriega)

## **RESUMEN**

Los cambios constantes en el nivel de las organizaciones públicas hacen que estas expandan su visión y la competitividad permanente lleva a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Municipales a desarrollar estrategias para alcanzar sus objetivos, es así como, la contratación y la continuidad de los despidos del personal representa un problema de gran magnitud para las instituciones, pues sin duda, limita el desarrollo eficiente que se desearía tener, ya que la productividad de la institución se ve significativamente afectada, evidenciándose un mal clima organizacional, restando la eficiencia eficacia y efectividad en los procesos, influyendo directamente en los resultados Esta investigación determina un análisis de las causas del clima organizacional en una institución pública. Debido a la alta tasa de rotación evidenciada dentro de los municipios según se constata en las encuestas realizadas, principalmente en el personal operativo, que son aquellos que trabajan directamente con los usuarios y pueden tener los efectos causados por el servicio ofrecido.

En consecuencia, esta investigación conlleva aumentar el servicio al usuario proporcionado por los colaboradores públicos. Y una relación muy estrecha entre el clima organizacional medido y la rotación de personal también se define al analizar la premisa de que si el clima organizacional mejora la rotación de personal

se reducirá el malestar entre compañeros de trabajo, ya que puede haber razones que no se conocen o están fuera del control y, por lo tanto, no se pueden mejorar el lineamiento de prestigio institucional.

**Palabras Clave:** *desempeño, talento humano, rotación, clima laboral, decisiones.*

## **ABSTRACT**

Constant changes at the level of public organizations mean that they expand their vision and permanent competitiveness leads the Municipal Autonomous Decentralized Governments (GAD) to develop strategies to achieve their objectives, such as hiring and continuity of layoffs The staff represents a problem of great magnitude for the institutions, because without a doubt, it limits the efficient development that one would like to have, since the productivity of the institution is significantly affected, evidencing a bad organizational climate, subtracting the efficiency effectiveness and effectiveness in the processes, directly influencing the results This research determines an analysis of the causes of the organizational climate in a public institution. Due to the high rate of turnover evidenced within the municipalities as found in the surveys carried out, mainly in the operating personnel, which are those that work directly with users and can have the effects caused by the service offered.

Consequently, this research entails increasing the user service provided by public collaborators. And a very close relationship between the measured organizational climate and the turnover of people is also defined when analyzing the premise that if the organizational climate improves staff turnover, discomfort

among coworkers will be reduced, since there may be reasons that are not they know or are out of control and, therefore, the institutional prestige guidelines can not be improved.

**Key words:** *performance, human talent, rotation, labor climate, decisions.*

## 1. Introducción

Uno de los factores fundamentales para los buenos resultados de las instituciones actuales y el logro de sus objetivos es el mantenimiento del clima organizacional. Este aspecto es tan importante que, si no se lo considera, podría restar y no sumar en el desarrollo de cualquier empresa.

El ambiente de trabajo es el conjunto de factores que se perciben en el lugar donde se labora. La rotación de personal se convierte gradualmente en un problema sin control y conduce a consecuencias desafortunadas para la organización, impactando directamente en su productividad, por lo que, es muy importante que las organizaciones estén interesadas en mantener un excelente ambiente de trabajo, no solo para el desempeño de los empleados, sino también para lograr resultados y minimizar la rotación de estos.

Esta investigación tuvo por objetivo abordar el capital humano de la institución, así también como los aspectos monetarios y los relacionados con el logro de los resultados en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.

Los factores del entorno de trabajo son aquellos que afectan directamente al comportamiento en la organización y dependen directamente de las habilidades de los trabajadores para mantener buenas relaciones y una actitud positiva al cambio, especialmente en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales donde trabajan, por lo que es importante buscar un equilibrio para garantizar un buen desempeño en sus actividades minimizando la rotación del personal.

Un factor que influye en los trabajadores es cuando se divulga información insuficiente sobre los cambios operativos que tienen lugar en la institución y los procedimientos presentados en el departamento crea una falta de confianza e influye en la toma de decisiones.

El reconocimiento del trabajo juega un papel muy importante; a menudo, la retroalimentación se da solo cuando el trabajador comete un error, pero no sucede cuando hace bien su trabajo, esto reduce la motivación y crea un ambiente inapropiado que influye en la productividad. Es por ello que la institución que se preocupa por el clima de la organización alcanza un desarrollo efectivo y tiene resultados óptimos. (1)

Es importante comprender el significado de rotación de personal, para (2) “se refiere a los trabajadores que ingresan y salen de una institución”, por su parte (3) señala que es el resultado de la salida de algunos empleados y el ingreso de otros. Los reemplazos compensan las salidas de algunos trabajadores. A cada salida de personal casi siempre corresponde una contratación de un suplente para reemplazarlo. Esto significa que el flujo de salidas puede

ser por mala comunicación, despidos y jubilaciones, y se compensa con el riesgo similar de adhesiones o contrataciones de otros trabajadores.

Es necesario abordar el significado de rotación interna detallado en algunos artículos relativos a la Ley Orgánica de Servicio Público LOSEP en el Ecuador (4), pues en su art.35 que “el cambio administrativo: Se entiende como el movimiento, debidamente motivado, de la servidora o servidor público de un puesto a otro vacante, de igual clase y categoría o de distinta clase pero de igual remuneración, dentro de la misma entidad y que no implique cambio de domicilio”; en su art.37 que “el traslado de puestos, se refiere cuando: “la autoridad nominadora, previo informe técnico de la unidad de administración de recursos humanos, podrá legalizar la salida del puesto de trabajo, con la respectiva partida presupuestaria, de una sección administrativa a otra, en el interior de la misma institución”. Por su parte en el art.38, se contempla el cambio burocrático de un puesto de trabajo a otro. La autoridad nominadora podrá legalizar el cambio , entre distintas unidades de la entidad, sin que implique variación presupuestaria y siempre que se realice por obligaciones institucionales, por un plazo máximo de diez meses, observándose que no se atente contra la estabilidad del personal”; mientras que el art. 39, concerniente a los cambios facultativos de puestos, señala “los procesos gobernantes nominadores, previo informe de sus respectivas unidades de administración del talento humano, podrán revisar el cambio opcional de puestos de las y los trabajadores, siempre que sean puestos de los mismos niveles burocráticos o técnicos en los siguientes casos : a) enfermedad, y b) Seguridad familiar o personal.

La rotación de personal (5) se define como “el movimiento de personal entre una organización y su ambiente, en otras palabras, se lo puede explicar cómo el volumen de personas que ingresan a la empresa y las que salen de ella”. Según (6) define a la rotación de personal como el número de trabajadores que se retiran e ingresan, en relación al total de trabajadores de una empresa. Es decir, es una regeneración constante de personas en una organización debido a los ingresos y salidas en un período de tiempo determinado.

En un artículo publicado (7) la rotación de personal como “la salida de trabajadores que son sustituidos por otros en la organización”.

(8) Considera que “La rotación de personal es un porcentaje de empleados que por diversas causas y efectos abandonan su trabajo permanentemente aun cuando su contrato está vigente y la organización requiere de sus servicios, esto promueve la contratación de nuevos empleados para que desempeñen las actividades de los puestos vacantes”.

Tomando en consideración estos conceptos se puede detallar que la rotación de personal es el movimiento de empleados de la organización, ya sea por decisión propia o de la empresa, y la admisión de colaboradores nuevos para cubrir las vacantes existentes. Con frecuencia la rotación de personal se la puede medir en un periodo determinado de tiempo y reflejado en términos porcentuales con el propósito de realizar comparaciones para luego generar diagnósticos, correcciones, programas y estrategias que ayuden a disminuir la problemática.

La Rotación externa fue otro factor importante en esta investigación, pues según (9) “la rotación externa se aplica en los siguientes casos: deceso del trabajador, jubilación, renuncia, despido, terminación del contrato, incapacidad permanente, otras”.

## **Tipos de Rotación de personal**

Existen varios tipos de rotación de personal, pero, según un trabajo investigativo de (10) los clasifica en dos grupos: rotación interna y externa.

*Rotación interna:* Se determina como la cantidad de empleados que se trasladan de puesto, sin salir de la empresa, se ha comprobado que este tipo de rotación es un importante instrumento no tan solo de desarrollo para el personal, sino que también es una herramienta motivadora para contrarrestar la rutina, es decir la rotación interna desafía a que los trabajadores se presenten ante situaciones totalmente nuevas, como el desarrollo de nuevos proyectos, así:

- **Las Transferencias:** Es el cambio fijo a otro puesto, no representa un mayor cargo, ni mayor sueldo. Como, por ejemplo: un asistente contable puede ser transferido al departamento de administración, desempeñando otras funciones adherentes al nuevo cargo sin modificación de sueldo o nivel jerárquico.
- **Los Ascensos:** Es el traslado de un trabajador a un puesto de mayor jerarquía y sueldo.
- **Las promociones:** Es el cambio de rango que podría producir un aumento de su remuneración, pero sin cambiar de puesto.

Cabe recalcar que este tipo de rotación no está sujeto al Código de Trabajo, por ende, no aplica en las empresas ecuatorianas.

*Rotación externa:* Este tipo de rotación hace referencia al ingreso y salida del personal de la empresa y se puede manifestar por diferentes causas, por ejemplo: muerte del empleado, incapacidad permanente, jubilación, renuncia voluntaria, despido intempestivo, procesos de selección inadecuada e inestabilidad emocional.

Tomando en consideración los puntos de vista de distintos autores especialistas en Recursos Humanos, se puede manifiesta que la rotación externa en las organizaciones se puede dar por tres motivos: voluntaria, voluntaria inevitable e involuntaria.

- **La rotación laboral voluntaria:** Se origina cuando un empleado toma la decisión por razones personales o profesionales culminar la relación laboral con la empresa. La misma puede ser provocada porque el empleado pudo haber encontrado un mejor trabajo, desea cambiar de actividad, tener más tiempo para su familia o para su propia recreación. Manifestando otras causantes, se puede concluir que el empleado considera que el trabajo actual ya no es de su agrado por motivos como: pésimas condiciones laborales, bajos sueldos, recibe pocas bonificaciones o tiene una mala relación con su jefe, entre otros.
- **La rotación laboral voluntaria inevitable:** “Se deben a decisiones vitales del empleado que van más allá del control del empresario. Sin embargo, los últimos estudios demuestran que aproximadamente el ochenta por ciento de las rupturas laborales voluntarias se pueden evitar, y muchas se deben a errores en la contratación o a un mal ajuste entre el empleado y el puesto de trabajo” (10). Es decir que el trabajador no encaja en puesto y/o viceversa.
- **La rotación laboral involuntaria:** Se provoca cuando los directivos de la empresa determinan finiquitar la relación laboral con un empleado, ya sea por motivos de bajo desempeño en las funciones que realizó el empleado en su puesto de trabajo como la evaluación de presupuesto.

Las causas generales para la rotación del personal se ven afectado por el tipo de actividad a desarrollarse en las diferentes áreas de una institución. Estas causas pueden depender del jefe, el trabajo que realizan, las relaciones con sus compañeros, las oportunidades de crecimiento. Cuando una organización decide adquirir equipos más avanzados, el clima organizacional de la empresa sufre varios cambios; tanto positivos como negativos. Otros factores que influyen en el clima laboral pueden ser: el tipo de contrato de trabajo, la insatisfacción e improductividad del bien o servicio. (6)

(6) Menciona que “La alternancia del personal es el reflujo de la salida de algunos trabajadores y la contratación de otros para sustituirlos” lo que se representa a través de la siguiente formula:

$$\text{Índice de Rotación} = \frac{\text{Número de Empleados desvinculados}}{\text{Promedio de empleados de la organización}} \times 100 \quad (1)$$

El índice de rotación de personal bajo demostraría un alto grado de debilidad organizacional. Por otro lado, un índice alto reflejaría un estado de fluidez y entropía de la estructura. En la Fig. 1. se abordan los factores que influyen en la Rotación del Personal, ante lo cual es necesario considerar la motivación remunerativa con respecto a los sueldos justos por la ejecución de una carga productiva. Cuando es propicio el reconocimiento, la motivación, la valoración insuficiente quizá ocasione un mal clima organizacional que conlleve a la rotación del personal.



Fig. 1. Factores que causan la Rotación de Personal. Tomado de (9).

La Evaluación del Desempeño es un factor importante a considerar el momento de tomar una decisión con respecto a la rotación del personal, pues (10), menciona que el grado de desempeño es situacional en gran medida, este varía de persona a persona y depende de condicionantes que influyen poderosamente en la organización y que se expresan en los manuales de funciones y procesos.

En (11), se define a la evaluación del desempeño como un procedimiento estructural y sistemático para medir, evaluar e influir sobre los atributos, comportamientos y resultados relacionados con el trabajo, así como el grado de absentismo, con el fin de descubrir en qué

medida es productivo el empleado, y así podrá mejorar su rendimiento futuro. Además, alude que mediante su análisis se puede conocer el nivel de desempeño de los empleados y las causas de este, es así como de dicha definición se desprenden que la evaluación del desempeño ha de ser un procedimiento continuo, sistemático y orgánico.

**Continuo.** Aunque se realiza en un momento determinado con carácter anual, debe considerar las actuaciones del individuo durante todo el período evaluado.

**Sistemático.** Para garantizar la objetividad del proceso todo el personal conozca los criterios con antelación, es necesario que el procedimiento se recoja de forma detallada en un manual, que ha de ser el mismo para toda la organización.

**Orgánico.** Se aplica a toda la organización, no se han determinados los departamentos.

(12). La evaluación del desempeño consiste en ejecutar una valoración lo más objetiva posible acerca de la actuación y resultados obtenidos por la persona en el desempeño diario de su trabajo; poniéndose de manifiesto la óptica de la evaluación la cual pudiera decirse tiene carácter histórico (hacia atrás) y prospectivo (hacia delante), y pretende integrar en mayor grado los objetivos organizacionales con los individuales.

La evaluación del desempeño permite dar valor al esfuerzo de sus colaboradores en todo el tiempo y permite complementar los objetivos de la organización en beneficio de sus empleados. Por lo tanto, se puede definir a la evaluación del desempeño como un procedimiento mediante el cual se califica las acciones del trabajador teniendo en cuenta el conocimiento y las funciones de cada cargo. Este procedimiento de supervisión está destinado, a mejorar la actuación del empleado en el trabajo, valorando la actividad productiva, y estableciendo los medios y programas necesarios para lograr obtener las operaciones más efectivas y eficaces, mejorando la calidad del trabajo en las organizaciones.

En (13), por su parte, la Norma Técnica de Calificación Única y Evaluación del Desempeño de la Contraloría General del Estado, señala en el art. 3 que; “la evaluación del desempeño consiste en una rendición de cuentas programadas y continuas, basada en la representación de los resultados ajustados con los resultados esperados por la entidad.

La misma Norma en el art. 4. De la Evaluación de Desempeño, aborda que esta se efectuará sobre la base de los siguientes objetivos:

- Fomentar la efectividad y eficacia de los administrativos y empleados en su puesto de trabajo, estimulando su desarrollo institucional y personal, potenciando el cumplimiento de los objetivos institucionales;
- Analizar los resultados de la evaluación del desempeño para decidir; ascensos, mejoras, transferencias, referencias de honorabilidad, capacitación, interrupción de actividades, destituciones, entre otros;
- Establecer el diseño de capacitación y crecimiento de mandos de las autoridades y servidores de la institución;
- Generar una cultura organizacional de rendición que permita el desarrollo institucional, apoyado en la apreciación del poder personal, con el objetivo de equiparar las capacidades adecuadas con las exigencias del puesto de trabajo; y,
- Relacionar el estilo de actividad de adelanto y empoderamiento institucional. El subsistema de evaluación del desempeño se transforma en expansión de retroalimentación para los demás subsistemas de dirección de recursos humanos. (14)

En (15), el art. 221 del reglamento, menciona que la escala de resultados de la evaluación del desempeño organizacional serán las siguientes:

- Excelente: Es aquel que supera los objetivos y servicios programadas;
- Muy Bueno: Es el que cumple los objetivos y servicios programados;
- Satisfactorio: Mantiene un escalón mínimo aceptable de cantidad;
- Regular: Es aquel que obtiene resultados al mínimo aceptables de cantidad; e,
- Insuficiente: Su rendimiento no permite ocupar las necesidades del puesto.

La finalidad de la evaluación del desempeño radica en que esta permite implementar nuevas políticas de compensación, mejorando el desempeño ayuda a tomar decisiones de ascensos o de ubicación, además, permite determinar si existe la necesidad de volver a capacitar, detectar errores en el diseño del puesto y ayuda a observar si existen problemas personales que afecten a la persona en el desempeño del cargo. (16).

La evaluación de desempeño tiene la finalidad primordial de determinar el valor del trabajo desplegado por el empleado en la organización, a la vez sirve para medir el nivel competitivo de la institución ya que la suma de todos los puestos con buen desempeño refleja eficiencia y logro de los objetivos de las unidades y de la institución en su conjunto. (17).

En (18), se indica que el objetivo principal de la evaluación de desempeño es medir el rendimiento y el comportamiento del trabajador en su puesto de trabajo y de manera general en la organización y sobre esa base establecer el nivel de su contribución a los objetivos de la institución, es decir, medir el grado de rendimiento, comportamiento y la contribución con la institución para así poder ver el nivel de su productividad en la labor diaria.

La evaluación del desempeño no es un fin en sí, sino un instrumento, un medio, una herramienta para mejorar los resultados de los recursos humanos de la organización.

Para alcanzar ese objetivo básico, la evaluación del desempeño pretende alcanzar ese objetivo básico, de alcanzar diversos objetivos intermedios. Esta puede tener los siguientes objetivos intermedios:

1. Idoneidad del individuo para el puesto
2. Capacitación
3. Promociones
4. Incentivo salarial por buen desempeño
5. Mejora de las relaciones humanas entre superiores y subordinados
6. Desarrollo personal del empleado.
7. Información básica para la investigación de recursos humanos.
8. Estimación del potencial de desarrollo de los empleados.
9. Estímulo para una mayor productividad.
10. Conocimiento de los indicadores de desempeño de la organización.
11. Retroalimentación (feedback) de información al individuo evaluado.
12. Otras decisiones de personal, como trasferencias, contrataciones, etc. (19)

Según (20), la evaluación del desempeño ayuda a implementar nuevas políticas de compensación, mejorar el desempeño, refuerza la toma de decisiones de ascensos o de reubicación, permite determinar si existe la necesidad de volver a capacitar, detectar errores en el diseño del puesto y ayuda a observar si existen problemas personales que afecten al trabajador en el desempeño del cargo. La evaluación del desempeño no puede restringirse a un simple juicio superficial y unilateral del jefe respecto del comportamiento funcional del subordinado; es ne-

cesario analizar más profundamente, localizar las causas y establecer perspectivas de común acuerdo con el evaluado. Si se debe cambiar el desempeño, el mayor interesado, el evaluado, debe no solamente tener conocimientos del cambio planeado, sino también por qué y cómo deberá hacerse si es que debe hacerse. La evaluación del desempeño no es un fin en sí misma, sino un instrumento, medio o herramienta para mejorar los resultados de los recursos humanos de la institución. Para alcanzar ese objetivo básico y mejorar los resultados de la institución.

La evaluación del desempeño es un punto de partida para la toma de decisiones ya que esto implica obtener informaciones como una necesidad o no solamente para la ubicación de puestos, capacitaciones, existencia de problemas de sus colaboradores donde el jefe toma decisiones de acuerdo con las necesidades mediante el resultado de la evaluación.

Tomar medidas con el fin de mejorar el comportamiento de los individuos permitirá mejorar el clima organizacional de los trabajadores y por ende de la organización, alcanzando una mejor comunicación con los individuos para hacerles comprender la mecánica de evaluación del desempeño como un sistema objetivo.

En general cuando un proceso de la evaluación del desempeño esta adecuadamente planeado, coordinado y desarrollado, proporciona beneficios a corto, mediano y largo plazo y estos impactan directa e indirectamente en el Clima organizacional, para (21), es; “los principales beneficiarios en un proceso de evaluación de desempeño son el individuo, el gerente y la organización”.

El clima organizacional como un conjunto de percepciones en una organización tiene en sus políticas, prácticas y procedimientos como objetivo primordial, mejorar su ambiente laboral. Por su parte, (6) afirma que el clima es un aspecto del ambiente o el entorno interno de una organización, que está conformado por factores psicosociales del grupo de trabajo. (22). Del mismo modo, el instrumento más eficaz para evaluar el clima organizacional es el cuestionario escrito. El cuestionario escrito describe hechos particulares de la organización, sobre los cuales el encuestado debe de manifestar su opinión respecto a los hechos que la pregunta describe. En los cuestionarios se encuentran escalas de respuestas ya sean de tipo nominal o de intervalo. En cada pregunta, se le pide al encuestado que exprese cómo percibe la situación actual y cómo la percibiría idealmente, lo cual permite ver hasta qué punto el interrogado está a gusto con el clima en el que trabaja. (23)

## **2. Materiales y Métodos**

La presente investigación fue de tipo cuantitativo, con alcance descriptivo, no experimental y normal. Para realizar la encuesta de este artículo científico, se utilizaron referencias bibliográficas de diferentes autores relacionados a la rotación de personal como guía para aplicar encuestas siendo factores imprescindibles para la obtención de informaciones, permitiendo la aceptación de las Autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, a fin de desarrollar adecuadamente la investigación en las siguientes etapas:

1. *Población:* Para (24), es “la colectividad de componentes o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer una investigación”.

Para esta la prospección la población se considera a los 10 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de la provincia de Chimborazo que se detallan a continuación; cantón Riobamba; cantón Alausí; cantón Chambo; cantón Chunchi; cantón Colta; cantón Cumandá; cantón Guamote; cantón Guano; cantón Pallatanga; cantón Penipe.

Se aplicó una encuesta a un total de **10 funcionarios pertenecientes** de cada uno de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de la provincia de Chimborazo para un total de **100 funcionarios encuestados**. Ello refiere la aplicación de un muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta las características en que se desarrolló la investigación.

2. *Reconocimiento:* Obtención de información de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales provincia de Chimborazo, a fin de conocer las principales problemáticas de la rotación de personal, identificar áreas, departamentos entre otros.
3. *Datos concentrados:*
  - a) Recopilación de información sobre el personal (nivel de estudios, antigüedad, cargo, entre otros).
  - b) Recopilación de información sobre políticas y prácticas de recursos humanos (beneficios, restauración, servicios, tratamiento, formación, reclutamiento, selección, entre otros).
4. *Diseño y presentación del instrumento.*
5. *Recolección de datos.*
6. *Presentación de los resultados.*

### 3. Resultados y Discusión

A continuación, se muestran los resultados más relevantes de la investigación.

Tabla 1. Renuncia voluntaria a su puesto de trabajo.

Causa de la renuncia voluntaria	Nº de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Motivos personales	80	80%
Estudios	10	10%
Remuneración	0	0%
Sobrecarga de Trabajo	10	10%
TOTAL	100	100%

Fuente: Encuesta.

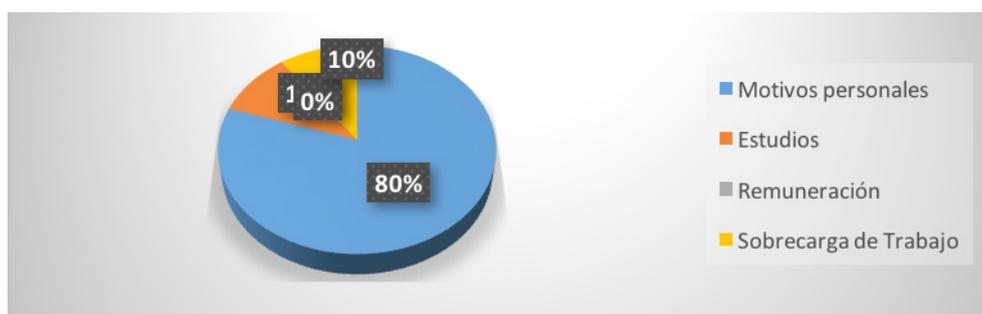


Fig. 2. Renuncia voluntaria a su puesto de trabajo.

Fuente: Encuesta.

#### *Análisis:*

En la primera pregunta se desprende que el 80% de renuncias voluntarias son por motivos personales, entretanto que el 10% es por estudios y el restante 10% el motivo es por sobrecarga de trabajo. Se puede descifrar que la mayoría de funcionarios que renuncian es por asuntos personales; por lo tanto, en este tipo rotación nada tiene que ver la institución.

*Tabla 2. Tipo de proceso para la rotación interna del personal.*

Proceso administrativo	Nº de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Traslados y traspasos	53	53%
Comisiones de servicio	25	25%
Cambio Voluntario	22	22%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Encuesta.*



*Fig. 3. Tipo de proceso para la rotación interna del personal.*

*Fuente: Encuesta.*

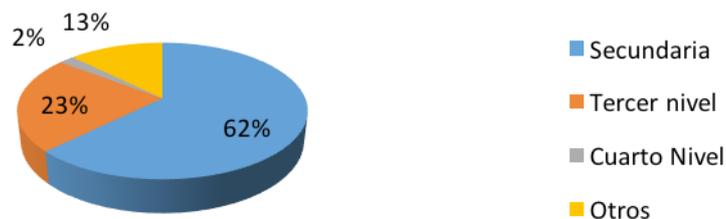
#### *Análisis:*

Se pudo constatar que, del proceso de rotación interna, el 53% de los funcionarios de los Gobiernos Descentralizados municipales son por traslados y traspasos; entre tanto que un 25% rotan porque se les autoriza Comisiones de Servicios y un 22% es por Cambio Voluntario. Como se puede verificar el mayor peso lo tienen los traslados y traspasos. Este motivo responde fundamentalmente a decisiones de las autoridades institucionales.

*Tabla 3. Nivel de Estudios que posee el personal que rota en la institución.*

Nivel de Estudios	Nº de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Secundaria	62	62%
Tercer Nivel	23	23%
Cuarto Nivel	13	13%
Otros	2	2%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Encuesta.*



*Fig. 4. Nivel de formación profesional que posee el personal que rota en la institución.*

*Fuente: Encuesta.*

*Análisis:*

Como se pudo constatar en las encuestas el nivel de estudios de los funcionarios de los GAD's Municipales de la provincia de Chimborazo que rotan, el 62% es Secundaria; 23% de Tercer Nivel; 13% de Cuarto Nivel y un 2% otros. Esto confirma que la mayoría de los funcionarios que rotan son bachilleres.

Tabla 4. Relación laboral tiene las personas que rotan en la institución.

Tipo de relación laboral	N° de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Nombramiento Provisional	29	29%
Personal Fijo	25	25%
Contratos Ocasionales	35	35%
Libre Remoción	11	11%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta.

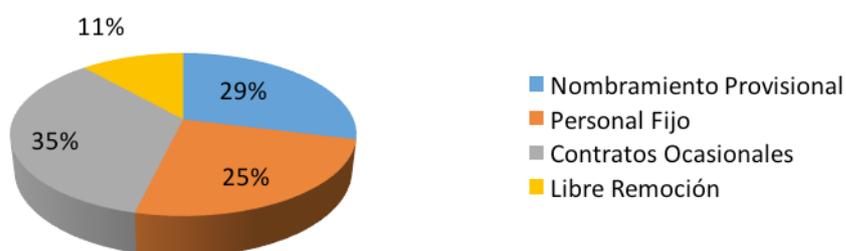


Fig. 5. Relación laboral tiene las personas que rotan en la institución.

Fuente: Encuesta.

*Análisis:*

Como se puede apreciar en la Figura 5, el 35% de los encuestados que rotan tienen Contratos Ocasionales, el 29% tienen Nombramiento Provisional, el 25% es personal fijo y un 11% son de Libre Remoción. El tipo de relación laboral que prevalece en los GAD's Municipales son los Contratos Ocasionales.

Tabla 5. Rotación más frecuente en los GAD's Municipales.

Tipo de rotación de personal	N° de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Interna	34	34%
Externa	66	66%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta.

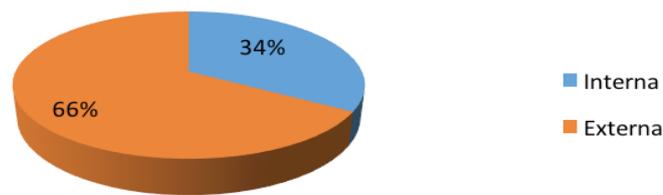


Fig. 6. Rotación más frecuente en los GAD's Municipales.  
Fuente: Encuesta.

*Análisis:*

En este aspecto la rotación más frecuente refiere que el 66% de las mismas son externas y el restante 34% corresponde a la rotación interna. Se puede mencionar que el tipo de rotación más frecuente en los GAD's Municipales Cantónales de Chimborazo es la externa. Ello obedece fundamentalmente a razones de tipo político.

Tabla 6. Capacitaciones programadas por la institución.

Recibe capacitaciones	N° de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Si	21	21%
No	79	79%
TOTAL	10	100%

Fuente: Encuesta.

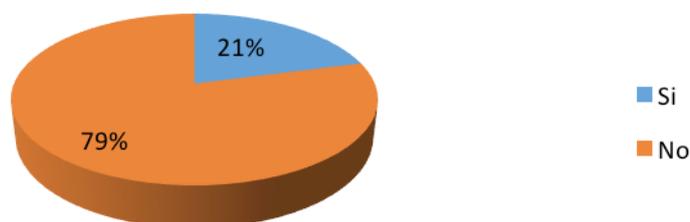


Fig. 7. Capacitaciones programadas por la institución.  
Fuente: Encuesta.

*Análisis:*

Los resultados determinan que el 79% de los trabajadores no reciben capacitaciones y solo el 21% de los funcionarios de los GAD's si reciben capacitaciones. Ello significa un incumplimiento del Plan de Capacitación establecidos en las instituciones por mandato legal.

Tabla 7. Relación laboral con su jefe inmediato superior.

Relación laboral	N° de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Regular	9	9%
Buena	42	42%
Excelente	49	49%
TOTAL	100	100%

Fuente: Encuesta.

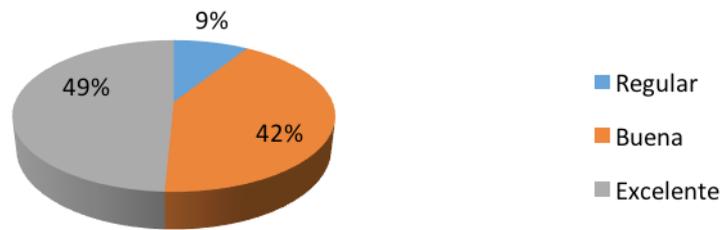


Fig. 8. Relación laboral con su jefe inmediatos superior.  
Fuente: Encuesta.

*Análisis:*

De la figura 8, se deriva que el 49% de los trabajadores tienen una excelente relación laboral con sus jefes inmediatos superiores; el 42% de los encuestados responden que su relación es buena y el 9% señalan que es regular. Ello quiere decir que la relación laboral entre los trabajadores y sus jefes inmediatos en los GAD's Municipales de la provincia de Chimborazo es la más adecuada y por tanto se infiere la existencia de un clima organizacional que facilita la relación dirigente-subordinado.

Tabla 8. Comunicación entre compañeros de trabajo es.

Comunicación entre compañeros	N° de Trabajadores	Frecuencia Relativa
Regular	11	11%
Buena	73	73%
Excelente	16	16%
TOTAL	100	100%

Fuente: Encuesta.

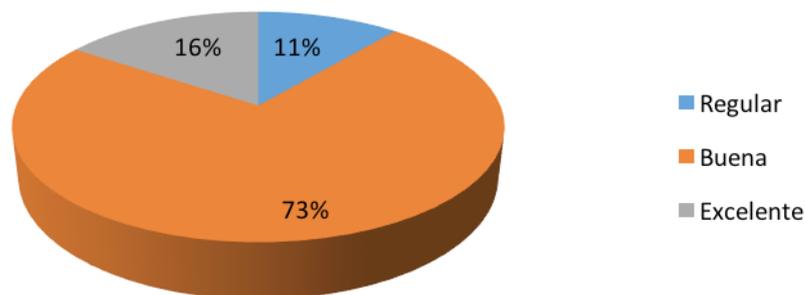


Fig. 9. Comunicación entre compañeros de trabajo es.  
Fuente: Encuesta.

*Análisis*

En cuanto a las comunicaciones entre los compañeros de trabajo el 73% es buena; el 16% es excelente y un 11% es regular; Lo que permite comprobar que en los GAD's Municipales de la provincia de Chimborazo en general las comunicaciones entre los compañeros de trabajo son aceptables.

## Discusión

En correspondencia con (25), en el Ecuador la distribución absoluta y porcentual en relación al tiempo de servicios que tienen los empleados en las instituciones reflejan que el 60% tienen entre 0 a 3 años laborando en la institución y el 40% tiene entre 4 a 7 años de servicios lo que indica que más de la mitad de los trabajadores tienen poco tiempo en las instituciones, pudiéndose inferir que existe una rotación de personal medianamente alta.

Después de aplicar las correspondientes encuestas, se puede evidenciar que los empleados están insatisfechos con el desempeño de sus funciones, ya que estas son diferentes a las que se acordaron y estipularon en sus contratos de trabajo. Hay incomodidad debido a los constantes cambios de funciones originadas de la alta dirección y el departamento de talento humano. A pesar de existir aceptable comunicación entre dirigentes y subordinados, esto genera un clima de insatisfacción laboral entre los empleados. Si bien tienen sus horas de trabajo adecuadamente definidas, la productividad de cada persona y de los departamentos como tal se ven afectadas; esto conlleva a que los trabajadores al salir de la institución provocan una rotación constante. Otras causas que producen este efecto es la excesiva carga operativa delegada a los empleados cuando una persona deja el cargo de trabajo.

Según (26), en los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo, una de las causas que genera la rotación del personal es la inconformidad del personal con el horario de trabajo, Otra causa es la contratación de personal sin experiencia, lo que produce pérdida de tiempo y recursos, también el inapropiado uso de los implementos de trabajo ocasiona riesgos laborales lo que no permite cumplir con los objetivos institucionales.

Por otro lado, se puede mencionar que no hay control sobre los procedimientos a ser seguidos en términos de problemas presentados por los usuarios de los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo; pues existe una falta de coordinación cuando se trata de resolverlos; los funcionarios hacen sus pausas o abandonan sus puestos de trabajo en cualquier momento sin solicitar la autorización correspondiente, los jefes inmediatos no elaboraron ningún cronograma que permitan lograr los objetivos institucionales, lo que genera que muchos usuarios estén insatisfechos con el servicio que brinda la institución; por lo tanto existe la incomodidad entre los trabajadores que tienen que cumplir con sus actividades propias de su puesto de trabajo.

El escaso sentido de pertenencia hace que los colaboradores no rindan al 100% en sus funciones, este desinterés por el éxito o fracaso de una institución, no permiten que se cumplan con las metas y objetivos planteados, lo que ocasiona malestar en las autoridades, colaboradores y usuarios.

Algo muy importante a tomar en cuenta, es que los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo al no contar con un plan de remuneraciones propicio para cada puesto de trabajo existente, ocasiona que el colaborador se sienta insatisfecho y desmotivado al momento de ejecutar las diferentes actividades, a su vez esto influye en la imagen corporativa, factor indispensable para el surgimiento o fracaso de la institución.

Se puede constatar que el 79% de los encuestados indican que nunca se les brindan capacitaciones de ningún tipo ya que los encargados de este tema no lo ven como algo necesario debido a que los cargos que ocupan son operativos, mientras que el 21% manifiestan se les brindan capacitaciones porque están relacionados directamente con los usuarios.

El entorno de trabajo se ve influenciado por los requisitos laborales solicitados al personal para cumplir con las tareas a ejecutar, la constante demanda de no alcanzar los objetivos, así como por la rotación constante de un puesto de trabajo a otro, no permiten al trabajador desarrollar sus habilidades en el puesto de trabajo asignado.

La rotación de personal es ocasionada por la sobrecarga de trabajo; además luego de la investigación desarrollada se pudo notar que los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo, al reclutar nuevos colaboradores no se les da a conocer cuáles son las funciones a desempeñar y con el pasar del tiempo, se designan más funciones provocando así un clima laboral deficiente que hace que el personal se sienta incómodo, presionado, inseguro hasta llegar a un estado de estrés laboral muy fuerte, del cual no puede salir con facilidad ocasionando su renuncia o una enfermedad laboral.

La rotación en algunos puestos de trabajo en los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo promedian una estabilidad laboral de no más de seis meses, y durante el período de la investigación se determinó que aumentó el porcentaje de transferencia respecto a los años anteriores, lo que se refleja una inestabilidad en ciertos los puestos de trabajo, por ende, la ineficiente atención a los usuarios. Además, no se brinda la información necesaria en cuanto a las condiciones de los contratos, obligaciones, funciones, derechos de los colaboradores ya que no se cuenta con el tiempo suficiente y por lo general solo se socializa el cargo y el salario que va a percibir.

Según (27), el proceso de reclutamiento y selección es clave para resolver el problema que se analiza, ya que desde esta etapa se debe atraer sólo a las personas que reúnan los requisitos para el desempeño de las funciones inherentes de la plaza disponible considerando otros aspecto importante en esta etapa, es la incorporación de la nuevas personas a los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo , que por lo general se pasa por alto, sin embargo es vital para que las personas que se incorporan a esta nueva cultura de trabajo mejorar el sistema de inducción y capacitaciones, esto constituirá una de las estrategias decisivas para lograr el cambio necesario en la gestión del talento humano en los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo. Muchos de los problemas que existen en estas instituciones se pueden resolver por vía de la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades o la formación de valores; con los cuales se crean mejores ventajas competitivas, destacándolos planes de capacitación que diseñen, ejecuten y controlen los procesos sistemáticamente, donde participen todos los trabajadores para obtener un clima laboral agradable.

#### **4. Conclusiones**

Luego de la investigación realizada se determinó que la rotación de personal influye de forma directa en las capacidades de los funcionarios de los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo, lo que conlleva a un bajo desempeño de funciones.

La información recopilada por medio de la encuesta permitió conocer las falencias por las cuales existe una elevada rotación de personal; ya que los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo no cuentan con un diseño de estrategias para corregir sus causas.

Se detectó que en los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo no se aplican las herramientas como la evaluación de desempeño laboral y la aplicación del plan anual de

capacitación, lo que ocasiona que la rotación de personal sea elevada.

Los GAD's Municipales de la Provincia de Chimborazo no mantienen una adecuada gestión para mejorar el clima organizacional, el departamento de talento humano y jefes de las diferentes áreas que no contribuyen con los recursos necesarios de gestión para disminuir el alto índice de rotación de personal.

### **Bibliografía**

1. Davis, W. (2000). *Administración de personal y recursos humanos*. México: McGraw-Hill..
2. Castillo, J. (2006). *Administración de personal, enfoque hacia la calidad*. Bogota: ECOE Ediciones.
3. Vallejo, L. (2016). *Talento Humano*. México: McGraw-Hill
4. LOSEP. (2010). *Ley Organica de servicio Público LOSEP en el Ecuador*. Obtenido de: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/LOSEP.pdf>
5. Chiavenato, I. (2011). *Administración de Recursos Humanos*. México D.F: McGraw-Hill.
6. Flores, R. (2016). Factores que originan la rotación de personal en las empresas mexicanas. Obtenido de <http://www.spentamexico.org/>
7. Alles, M. (2011). *Dirección estratégica de recursos humanos: gestión por competencias*. Buenos Aires: Granica.
8. Robbins, S. (2011). Comportamiento organizacional. En S. Robbins, *Comportamiento organizacional* (págs. 24-25). México: Ed. Prentice. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/>
9. Solis, A. (2017). Rotacion de Personal. Obtenido de
10. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrca/2018/05/43/Macario-Fredy.pdf>
11. Pérez, F. (2013). Propuesta para reducir la rotación de personal en la distribuidora de productos Coca-Cola de la ciudad de Chiclayo. Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/>
12. Werther W. (2001). *Administración de Personal*. 3ª ed. Mexico. Mc Graww Hill.
13. Chiavenato, I. (2009). *Gestión de talento humano*. México: Mc-Graw-Hill.
14. Moreno, J. (2017). *Análisis de las principales causas de rotación de personal*. Bogotá: ECOE Ediciones
15. Chiaveanato, I . (2001). *Administración de recursos humanos*. 5ª.ed. Colombia: Mc Graw Hill.
16. Alles, M. (2007). *Desempeño por competencias evaluacion del 360º* Buenos Aires GRANICA.
17. Stephen, R. (2005). Rotación de Personal. Obtenido de: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/05/43/Villegas-Fredy.pdf>
18. Contraloría General del Estado, (2015). *Norma Técnica de calificación úrica y Evaluación de Desempeño*.
19. Stoner, J. (2001). *Administracion Procesos Aministrativos* 3ª ed. Mc Graww Hill.
20. Chiaveanato, I. (2011). *Administracion de Recursos Humanos*. Mexico. Mc Graw Hill.

21. Chiaveanato, I. (2011). Administración de recursos humanos. 9°ed. Mexico.. McGraw Hill.
22. Chiavenato, I. (1990). Gestión de talento humano. México: McGraw-Hill.
23. Hernandez, J. (2004). La rotación de los empleados dentro de la organización. México: McGraw-Hill.
24. Valencia, R. (2007). Administración moderna de administración. Mexico. 7<sup>a</sup> ed. Pearson Educación
25. Millan, G. (2006). Rotación de personal. México: McGraw-Hill.
26. Salkind, J. (2009). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
27. Llambo , C. (2012). La rotación del personal operativo y su incidencia en la entrega del producto de la microinstitucion Produmetálicos . Ambato.
28. Mondy, R. (2010). Gestión de recursos humanos. Mexico: México: Prentice Hall.

# *Identificación de las actividades económicas de la economía informal: cuenta propia del cantón Riobamba*

*(Identification of the economic activities of the informal economy: own account of canton Riobamba)*

F. Samaniego\*, C. Samaniego, C. Buenaño, H. Suárez

Escuela de Contabilidad y Auditoría. FADE-ESPOCH

\*e-mail: f\_samaniego@esepoch.edu.ec

## **RESUMEN**

En Riobamba se ha producido en los últimos años una importante transformación económica, como consecuencia de la presencia de personas nacionales y extranjeras que han venido a formar parte de la economía informal, bajo el trabajo por cuenta propia. El presente artículo tiene como objetivo identificar los sectores y actividades económicas en los que incurren personas para comercializar bienes y servicios, en determinados espacios físicos del cantón Riobamba Urbano. El desarrollo metodológico de la presente investigación parte del Enfoque Cualitativo en los niveles Exploratorio y Descriptivo a través del cual se identifican las actividades económicas que comercializan los trabajadores por cuenta propia. Se aplicó fichas de observación a conveniencia de los investigadores. El estudio es de tipo Retrospectivo y Longitudinal, porque, en primer lugar, se identificaron estadísticas generales y luego porque, se levantaron 15 cuestionarios por individuo, de lunes a sábado en los horarios de 10 a 13h00 y de 17h00 a 22h00. Los resultados de la investigación, identificaron a 367 individuos que se aglomeran en las intersecciones de las calles (semáforos) principales de las Parroquias Lizarzaburu y Velasco y que el 92,10% se dedican a la venta de bienes y el 7,90% a servicios. La presente investigación es parte de los resultados que están siendo levantados dentro del Proyecto Desarrollo Emprendedor en el Sector de la Economía Informal del cantón Riobamba Urbano.

**Palabras claves:** actividades económicas, economía informal, trabajo por cuenta propia.

## **ABSTRACT**

In Riobamba, there has been an important economic transformation in recent years, because of the presence of national and foreign people who have come to be part of the informal economy, under self-employment. The objective of this article is to identify the sectors and economic activities in which people incur to market goods and services, in certain physical spaces of the Riobamba Urbano canton. The methodological development of the present investigation starts from the Qualitative Approach in the Exploratory and Descriptive levels through which the economic activities commercialized by the self-employed workers are identified. Observation cards were applied at the convenience of the researchers. The study is of the Retrospective and Longitudinal type, because, in the first place, general statistics were identified and then because, 15 questionnaires were collected per individual, from Monday to Saturday in the hours from 10 am to 1:00 pm and from 5:00 pm to 10:00 pm. The results of the investigation, identified 367 individuals who gather at the intersections of the main streets (traffic lights) of the Lizarzaburu and Velasco parishes and that 92.10% are dedicated to the sale of goods and 7.90% to services. This research is part of the results they are being developed within the Entrepreneurial Development Project in the Informal Economy Sector of the Riobamba Urbano canton.

**Keywords:** Economic activities, informal economy, self-employment

## 1. Introducción

Un argumento propositivo, indica que más de la mitad de la fuerza laboral del mundo está en la economía informal (1), caracterizada por: la prohibición de los derechos en el trabajo, las dificultades de oportunidades de empleo de calidad, la baja productividad, la protección social inadecuada y el diálogo social deficiente, entre otros factores.

Las actividades económicas son necesarias para el desarrollo de la sociedad, la producción de alimentos, las ventas de bienes de consumo y energía, la extracción de materia prima y la prestación de servicios, implican procesos, operaciones, equipos y materiales. Cada una de esas actividades permiten solventar necesidades básicas por parte de los ciudadanos (desde el alcance a servicios sanitarios como a la vivienda y el alimento), mientras que los ingresos que superen esta línea básica son considerados como ganancias, las cuales pueden ser puestas a inversión a modo de generar una mayor cantidad de ingresos a futuro o bien guardarse y acumular a modo de ahorro o resguardo ante cualquier factor imprevisto.

Desde el punto de vista expuesto, todo parecería ir bien para muchos; sin embargo, para el caso de quienes laboran bajo el trabajo de cuenta propia en la economía informal, estas actividades se vuelven indispensables porque les permite atender sus necesidades básicas. Entonces, ¿En qué sector de las actividades lo hacen? ¿Qué actividades realizan las personas por cuenta propia?, son interrogantes que se podrán responder en los resultados de la presente investigación, puesto que las tendencias demográficas, los cambios en el mundo del trabajo y las crisis económicas y políticas han tenido consecuencias generales y particulares en los territorios, en donde cada uno de los grupos que conforman la economía informal es objeto de análisis específicos, pues el desempleo es uno de los factores determinantes en el comportamiento de la economía informal, por lo que, ha recobrado mayor interés de los organismos internacionales y nacionales en proponer soluciones a este fenómeno (2).

Así, el comercio informal se manifiesta como mecanismo para subsistir frente a la amenaza del desempleo causado por la marginación social por determinantes como la edad, habilidades laborales o factores familiares y educación cuyo modelo perjudica a las economías locales, presentando obstáculos para una mejor organización y acoplamiento, ocasionando dificultades que provoca problemas en el mercado laboral.

Otro de los factores que determina el incremento de la economía informal, es la corrupción, identificada en el orden mundial y de forma particular en el continente Sudamericano (3), como ejemplo es la crisis que vive Venezuela, de allí que quienes inmigran tienen como única opción formal, ser parte de la informalidad, comercializar bienes y servicios como única oportunidad para su subsistencia. Se hace hincapié en que este sector no podrá ser erradicado en su totalidad, pues a pesar de que muchas veces resulte un agravante para otros sectores, sigue siendo parte fundamental del dinamismo en una economía (4).

La instrucción universitaria, en muchos casos no es la solución para contar con un trabajo formal, las universidades no avanzan en dar respuesta a las necesidades de la sociedad como de sus graduados, en términos específicos, para que los profesionales no vayan a sumar las filas de la informalidad.

Pensando en alto, uno de los objetivos de los estados debería ser la de disminuir

la llamada informalidad, a pesar de que debe ser un compromiso de todos y más aún de la universidad. La primera puede ser la flexibilidad laboral, aprovechando los deseos de superación que; presentan los profesionales al salir de la universidad con el apetito de sumarse a quienes obtienen sus propios recursos, también está el uso de las nuevas tecnologías que facilitan el trabajo a distancia; así como, el de apuntalar la formación Dual, en donde empresas y academia avancen de la mano y en consenso. Esa experiencia la vivió la ESPOCH a través de la Facultad de Administración de Empresas.

Así, es visible el defectuoso papel que realiza el sector gubernamental al momento de crear políticas hacia un empleo de calidad y que cuya aplicación de normas represivas sin una previa planeación, ocasiona un impacto negativo en la agudización de los inconvenientes de carácter social, económicos, políticos asociados a esta situación.

### *1.1. Actividad*

Etimológicamente la palabra actividad procede del vocablo latino *activitas*. Este término es fruto de la suma de tres componentes claramente diferenciados que son: *actus*, que puede traducirse como llevado a cabo; “*ivo*”, que se utiliza para indicar relación activa o pasiva y el sufijo “*dad*”, se emplea para indicar “calidad” (5). De acuerdo a la Academia de la Lengua Española, actividad es el conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad. Según lo expuesto en el Diccionario Filosófico (6) la actividad es: La función del sujeto en el proceso de interacción con el objeto, es un nexo específico del organismo vivo con el medio que lo rodea. la actividad es estimulada por la necesidad, se orienta hacia el objeto que le da satisfacción y se lleva a cabo mediante un sistema de acciones.

Se trata de un concepto muy amplio, que abarca todo el dinamismo de la vida humana, requiere un esfuerzo que no incluye solamente al trabajo, sino también el desenvolvimiento de todas las facultades humanas en otras diversas esferas: doméstica, deportiva, cultural, asociativa y política. La actividad es algo que tiene en primer lugar un sentido para quien la realiza y que se hace para obtener de manera directa un bien o acceder a un servicio con el objeto de satisfacer una necesidad, material o inmaterial (7).

La actividad es una noción muy amplia, que expresa todo el dinamismo de la naturaleza humana, siendo el trabajo solo una de ellas, al lado de las actividades desarrolladas en las esferas doméstica, educativa, cultural, deportiva, sindical, política, etc. (8). Es el modo específico como el hombre se relaciona con el mundo exterior, consistente en que lo transforma y subordina a fines humanos (9).

Los elementos constitutivos de la Actividad son: a) la orientación, se parte de determinadas necesidades, motivos y tarea; y b) la ejecución, consiste en realizar acciones y operaciones relacionadas con las necesidades, los motivos y la tarea. En toda actividad humana se debe tener clara la finalidad, así como también las condiciones de realización y de logro (10).

En conclusión, una actividad consiste en las acciones que desarrolla un individuo o una institución de manera cotidiana, como parte de sus obligaciones, tareas o funciones. Una actividad es un proceso que supone la producción y/o el intercambio de servicios y bienes con la finalidad de satisfacer las necesidades del ser humano.

## 1.2. Economía

La Economía, como ciencia social, está presente en todas las actividades del ser humano, desde el momento en que se tiene una necesidad, así sea básica o secundaria, hasta cuando se trabaja para obtener los recursos monetarios necesarios para satisfacerla.

Desde la antigua Grecia (año 384 a.c.), Aristóteles afirmaba que la economía es la ciencia que se ocupa de la manera en que se administran unos recursos, o el empleo de los recursos existentes, con el fin de satisfacer las necesidades que tienen las personas y los grupos humanos.

El término economía es una expresión que proviene del latín «economía». Del griego «oikos» = casa y «nomos» = administración (administración de una casa). El título «oikonomikos», de la obra de Jenofonte (430-355 a. de J.C.), se considera la primera contribución global a la formación de la ciencia económica (11).

Del Diccionario de la Real Academia de la Lengua se desprende que la economía se trata desde tres puntos de vista, que son: 1) Administración eficaz y razonable de los bienes; 2) Conjunto de bienes y actividades que integran la riqueza de una colectividad o un individuo; 3) Ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas materiales, mediante el empleo de bienes escasos (12).

Gregory Mankiw, autor del libro Principios de Economía, considera que el término economía proviene de la palabra griega que significa „el que administra un hogar“. A criterio de Mankiw, los hogares y la economía tienen mucho en común, debido a que la sociedad al igual que un hogar, debe gestionar adecuadamente sus recursos ya que éstos son escasos (13). Para Mark Skousen, autor del libro La Economía en Tela de Juicio, la economía es el estudio de cómo los individuos transforman los recursos naturales en productos y servicios finales que pueden usar las personas (14).

Según el economista inglés Alfred Marshall (1842-1924), la economía es la ciencia que examina la parte de la actividad individual y social especialmente consagrada a alcanzar y a utilizar las condiciones materiales del bienestar.

Los economistas Benjamin Perles y Charles Sullivan, autores del libro Economía Para Todos, proporcionan la siguiente definición de economía: Estudio de los actos humanos en los asuntos ordinarios de la vida. Explica cómo logra el hombre sus ingresos y cómo los invierte (15).

El británico Lionel Robbins, es uno de los autores que propuso una de las definiciones contemporáneas de la economía, al referirse como aquella rama que analiza cómo los seres humanos satisfacen sus necesidades ilimitadas con recursos escasos que tienen diferentes usos (16).

Si bien se hace un recorrido sobre la definición de Economía con varios autores, éstas incluyen algunas premisas que se especifican en su estructura básica: El estudio de los métodos o los modos en que la sociedad gestiona sus recursos. El estudio de la transformación de los recursos naturales en productos y servicios finales para que sean utilizados por las personas. La correcta y prudente administración de los recursos, ya que éstos son escasos. La buena distribución de los recursos escasos entre los diferentes individuos de una sociedad o familia. La

explicación manifiesta de cómo logra el hombre sus ingresos y cómo los invierte. Sin embargo, el equipo de investigación identifica lo que Perles y Sullivan manifiesta, que es el estudio de los actos humanos en los asuntos ordinarios de la vida. El contexto de la presente investigación hace que nos acerquemos con esta definición al objeto de estudio.

### 1.3. *Actividad Económica*

La sociedad humana, se caracteriza, por aspectos fundamentales, entre ellos, porque el trabajo es el pilar en donde se asienta ella, de eso depende el acceso a bienes y servicios necesarios para la satisfacción de sus necesidades y deseos, al tiempo que se intercambian y crece la economía y se desarrollan los territorios.

Hace dos millones de años en el que se considera apareció el hombre, el trabajo se reducía a las labores de recolección de frutos directamente de la naturaleza y de la caza. En el período Neolítico, hace 10 000 a.c. se descubre la agricultura y la ganadería por parte del hombre. La historia lo dice y el tiempo también, el trabajo ganó complejidad y con él se hizo necesario la división de las actividades económicas.

Se denomina actividad económica a la suma de transacciones de bienes y servicios que se realiza en una determinada comunidad a través de dinero. (17). El glosario de la página Web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), define a las actividades económicas como el conjunto de acciones que contribuyen a generar la oferta de bienes y servicios, sean o no de carácter legal y que se dan en un marco de transacciones que suponen consentimiento entre las partes<sup>1</sup> (18).

Para la economía y las finanzas, una actividad es cualquier proceso que ocurre de manera organizada con el fin último de generar productos o también bienes y servicios, que un contexto dado contribuirá al progreso económico de un grupo, sociedad o nación. Las actividades económicas tienen el propósito de cubrir las necesidades humanas a partir del trabajo sobre los recursos disponibles en el planeta y, en ese sentido, contemplan un criterio no sólo económico y empresarial, sino también social y ambiental en la toma de decisiones (19).

En la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), la actividad económica, es la acción realizada por una persona de 12 o más años de edad, negocio, empresa o establecimiento, con la finalidad de producir bienes y servicios para el mercado. Incluye la producción agropecuaria para el autoconsumo y el autoconstrucción (20).

Sin embargo, la actividad económica puede verse afectada como consecuencia de los ciclos económicos, situación que conlleva a conflictos sociales de diversa índole, por lo que las ciencias económicas se han visto inclinada frecuentemente a busca soluciones que logren paliar las consecuencias de los ciclos económicos agudos. Si las actividades son aquellas acciones o procesos que llevan a cabo los individuos o las organizaciones. La actividad económica, por lo tanto, es el procedimiento que implica la producción y el intercambio de servicios y productos para satisfacer las necesidades de los individuos.

<sup>1</sup>Se incluyen, las actividades del sector primario para el autoconsumo (excepto la recolección de leña). Excluye: actos redistributivos, monetarios o en especie, que no suponen una contribución a la oferta de bienes y servicios. Esto significa que se sitúan fuera de un marco de transacciones y las personas que se benefician de ello no realizan una actividad económica, aunque puedan hacerse de un ingreso, tal y como quienes se dedican al robo, al fraude o a la mendicidad abierta o disfrazada. Incluye: las actividades del sector primario para el autoconsumo (excepto la recolección de leña). Excluye: actos redistributivos, monetarios o en especie, que no suponen una contribución a la oferta de bienes y servicios. Esto significa que se sitúan fuera de un marco de transacciones y las personas que se benefician de ello no realizan una actividad económica, aunque puedan hacerse de un ingreso, tal y como quienes se dedican al robo, al fraude o a la mendicidad abierta o disfrazada.

Las actividades son aquellas acciones o procesos que llevan a cabo los individuos o las organizaciones. El adjetivo económico, por su parte, alude a lo vinculado a la economía (la ciencia dedicada al análisis de la satisfacción de las necesidades materiales de las personas a partir de recursos que son escasos). En esencia, la actividad económica es un proceso en el que se genera o distribuye un producto o un servicio. Al generar un producto o servicio, la entidad está creando valor. Generalmente, la creación de valor lleva a la obtención de una renta, y es ahí donde la actividad económica adquiere relevancia fiscal (21).

#### *1.4. Sectores económicos*

Según la división de la economía clásica, los sectores de la economía son los siguientes: 1) Sector primario o sector agropecuario; 2) Sector secundario o sector Industrial y 3) Sector terciario o sector de servicios.

El sector primario o agropecuario, es el sector que obtiene el producto de sus actividades directamente de la naturaleza, sin ningún proceso de transformación. Dentro de este sector se encuentran la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza y la pesca. No se incluyen dentro de este sector a la minería y a la extracción de petróleo, las cuales se consideran parte del sector industrial.

El sector secundario o industrial; comprende todas las actividades económicas de un país relacionadas con la transformación industrial de los alimentos y otros tipos de bienes o mercancías, los cuales se utilizan como base para la fabricación de nuevos productos, éste, se divide en dos sub-sectores: industrial extractivo e industrial de transformación: el industrial extractivo: extracción minera y de petróleo. El industrial de transformación: envasado de legumbres y frutas, embotellado de refrescos, fabricación de abonos y fertilizantes, vehículos, cementos, aparatos electrodomésticos, etc.

El sector terciario o de servicios, incluye todas aquellas actividades que no producen una mercancía en sí, pero que son necesarias para el funcionamiento de la economía. Como ejemplos de ello se tiene: el comercio, los restaurantes, los hoteles, el transporte, los servicios financieros, las comunicaciones, los servicios de educación, los servicios profesionales, el Gobierno, etc. Es indispensable aclarar que los dos primeros sectores producen bienes tangibles, por lo cual son considerados como sectores productivos. El tercer sector se considera no productivo, puesto que no produce bienes tangibles, pero, sin embargo, contribuye a la formación del ingreso nacional y del producto nacional.

En el Ecuador el sector agrícola es una parte dinámica y vital de la economía, emplea aproximadamente al 40 % de su población y aporta con el 50 % de divisa para el país.

Los hombres muestran una participación de empleo inadecuado y adecuado más similar (26,2 % y 28,1 % de la PEA respectivamente). El empleo inadecuado posee tres subdivisiones: subempleo, empleo no pleno y empleo no remunerado. El empleo no pleno representa 46,3 % de participación de esta categoría, mientras que el subempleo representa el 35 % y el no remunerado 18,7 % del total de empleo inadecuado. Finalmente, el desempleo a septiembre de 2016, se ubicó en 5,2 %, cifra que se encuentra compuesta en mayor medida por mujeres (54 % del total de desempleados) (22).

### 1.5. *Economía Informal*

La informalidad puede vincularse a las teorías económicas de la década de 1950 sobre el sector tradicional. Muchos economistas, como Arthur Lewis y otros, sostenían que este sector estaba integrado por un gran excedente de mano de obra en países en desarrollo, incluidos pequeños comerciantes, pequeños terratenientes y trabajadores asalariados ocasionales, se absorbería gradualmente en el sector industrial moderno a medida que esas economías crecían. Hasta mediados del siglo XX, era común aceptar que una mezcla adecuada de capital y políticas públicas, posibilitaría la formación de empresas formales, economía en la cual, los pequeños comerciantes, productores y artesanos vayan siendo insertados.

Con el paso del tiempo, se ha demostrado que, en las economías en desarrollo, los obstáculos internos y del entorno han creado condiciones para que la economía informal se expanda a modo de subsistencia, esto se demostró en una investigación realizada en Ghana a principios de la década de los 70s realizado por Keith Hart, quien evidenció que el sector informal, no sólo persistía, sino que se había ampliado. Posteriormente, la Organización Internacional del Trabajo (23) realiza un trabajo en Kenya en el cual, se define por primera vez el término de Economía Informal para referirse a lo que antes se conocía como Economía Tradicional, desde entonces la definición está sujeta a controversias (24), en este trabajo el equipo de la OIT, analizó sistemáticamente esas actividades, observando que no se las reconocía, registraba, protegía ni reglamentaba, y que el sector incluía diversas actividades, desde el trabajo marginal de supervivencia hasta empresas rentables. Hernando Soto, representante de la Escuela del Pensamiento Legalista, indica que, el Sector Informal es como un elefante que podemos no estar en condiciones de definir con precisión (25), pero que reconocemos cuando lo vemos, esto nos hace ver que, aunque existe problemas en concretar su definición, la economía informal tiene sus propias características, la comercialización de bienes y servicios a pequeña escala con largas horas de trabajo intensivo y sin protección.

El término Economía Informal tiene una gran diversidad de términos tales como: economía sumergida, trabajo clandestino o economía paralela o ilegal son, entre muchas otras, definiciones que hacen más o menos referencia a una misma idea central (26), representante de la Escuela de Pensamiento Estructuralista, sostenía, a diferencia de las otras escuelas de pensamiento, que el sector informal era una característica del desarrollo capitalista. Esta concepción consideraba que el sector informal estaba subordinado al formal. Las teorías que la consideraban un fenómeno temporal que desaparecería con el desarrollo económico han dejado lugar a opiniones más moduladas en vista de su crecimiento y persistencia en los países en desarrollo, e incluso en países desarrollados (27). En esa categoría, cada vez más arraigada en el Ecuador, están aquellas personas que no están registradas, reguladas o protegidas por marcos legales o normativos, según la Organización Internacional de Trabajo. Allí se hallan quienes no cuentan con contratos de empleo, prestaciones laborales, protección social o representación gremial.

Según la Organización Internacional de Trabajo OIT (28)

La economía informal prospera en un contexto de altas tasas de desempleo, subempleo, pobreza, desigualdad de género y trabajo precario. En esas circunstancias, desempeña un papel importante, especialmente en lo que respecta a la generación de ingresos, porque es relativamente fácil acceder a ella y los niveles de exigencia en materia de

educación, calificaciones, tecnología y capital son muy bajos. Pero la mayoría de las personas no se incorporan a la economía informal por elección, sino por la necesidad de sobrevivir y de tener acceso a actividades que permitan obtener ingresos básicos.

La informalidad, es considerada como una salida ingeniosa que el individuo encuentra para hacer frente a su crisis económica, este concepto puede ser visto como signo de pobreza, cuyo enfoque de Amartya Sen, considera: Las capacidades son determinantes en el desarrollo humano, se han desarrollado estudios considerando la multidimensionalidad de la pobreza (29).

Un nuevo informe de la OIT muestra que 2 000 millones de personas ocupan un empleo informal, gran parte de ellas en los países emergentes y los países en desarrollo. La mayoría carece de protección social, de derechos en el trabajo y de condiciones de trabajo decentes (30). En Ecuador, 47,5 % de la población económicamente activa se encuentra en este segmento.

Del total de empleados informales en Latinoamérica, el 40,9 % son trabajadores autónomos, el 27,8 % pertenece a pequeñas empresas de menos de diez empleados, el 10,3 % son asistentes, el 9,4 % se desempeña en grandes y medianas compañías con plantillas de más de diez personas, el 5,3 % auxilia a su familia en tareas laborales y el 4,3 % está contratado en forma irregular por el mismo Estado debería velar por sus derechos. A su vez, la mayoría de los trabajadores de emprendimientos familiares (100 %), por cuenta propia (82,3 %), domésticos (77,5 %) y de pequeñas empresas (58,6 %) carece de protección social, mientras que son minoría en las medianas y grandes compañías (14,4 %) y en el Estado (15,9 %), aunque en ambos casos las infracciones no dejan de indignar, tal como sucede con familias ricas y de clase media alta que mantienen a asistentes en la informalidad (26).

El 46,8% de los latinoamericanos carece de empleo formal, según un informe que difundió la pasada semana la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre los datos de 14 de los 19 países de la región, excluidos algunos como Chile y Venezuela (31).

En el Ecuador, en el mes de septiembre del 2015, se registró un 40,6 % del total de las personas correspondían a una gran parte del sector informal, mientras tanto, en el 2016 en ese mismo mes, esta informalidad incrementó al 44,5 %. En el año 2018, 46 de cada 100 personas que trabajaban lo hacen en la informalidad, esto es dos personas más que en el año 2017, según las cifras oficiales, se dedican al comercio informal, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la mayoría se ubica sin permiso en las calles céntricas de las principales ciudades con el argumento de la falta de fuentes de trabajo y de la pobreza (32).

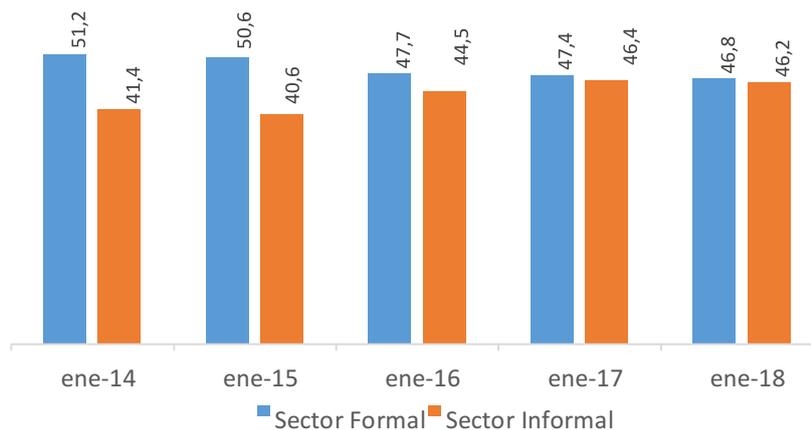


Fig. 1. Población con empleo en el sector formal e informal en el Ecuador 2014-2018.  
Fuente: Boletín Técnico INEC septiembre 2018.

En términos generales, el concepto de informalidad, sin embargo, se presta para diferentes interpretaciones. Por ejemplo, un profesional que trabaja de manera externa para una empresa, como consultor, podría ser incluido en la categoría de informal por no contar con el RUC. Otro de los factores que puede ser incluido en la informalidad son aquellas personas que trabajan en aplicaciones móviles de entrega de comida o servicios de taxis (aquí la mayoría son jóvenes de 18 a 30 años, con estudios en secundaria y desempleados). De la misma manera, cuando los emprendedores no han accedido a la seguridad social, estaría considerado en este sector.

### 1.6. Categorías del empleo informal

El fenómeno de la economía informal es sencillo desde la mirada rápida y complejo cuando se comienza a estudiarlo, trivial en sus manifestaciones cotidianas y potente en el orden económico y político de los territorios, porque puede romper el esquema socio-político del lugar en donde se encuentran. La persona nos encontramos a diario con ellos y nos relacionamos de inmediato, cuando paramos en un semáforo o cuando cruzamos una calle, allí se encuentran esas actividades tan elementales como la compra de un helado o de un accesorio para un celular, la compra se la realiza a un vendedor callejero o la contratación de un factótum para que realice alguna reparación en el hogar a cambio de un pago en efectivo o de una inmigrante para que cuide a los niños o realice la limpieza mientras los dueños de casa están ausentes.

La 17ª Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo (CIET) definió las categorías de trabajo sobre la base del concepto ampliado, entre otras, las siguientes: 1) Trabajadores por cuenta propia (trabajadores independientes sin empleados) en sus propias empresas del sector informal; 2) Empleadores (trabajadores independientes con empleados) en sus propias empresas del sector informal; 3) Trabajadores familiares auxiliares, independientemente del tipo de empresa; 4) Miembros de cooperativas informales de productores (no establecidas como entidades jurídicas); 5) Personas que tienen empleos informales, definidos según la relación de trabajo (en la legislación o la práctica, empleos que no están sujetos a la legislación laboral nacional, al impuesto sobre la renta, a la protección social o a determinadas prestaciones relacionadas con el empleo (vacaciones anuales pagadas o licencia pagada por enfermedad, entre otras)); 6) Trabajadores por cuenta propia que se ocupan de la producción de bienes exclusivamente para su consumo final en el hogar.

Para el presente caso y considerando las categorías de trabajo definidas por la 17ª Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo, el equipo de investigación identifica a los Trabajadores por Cuenta Propia (trabajadores independientes sin empleados) como sujetos de estudio (367 individuos).

### 1.7. *Trabajadores por cuenta propia*

El trabajo por cuenta propia también llamado trabajo independiente o autónomo, proviene de *freelance*, que al español se traduce literal como lanza libre, pues en la época medieval los mercenarios a cambio de beneficios económicos prestaban sus servicios sin pertenecer a una tropa específica, es decir trabajaban por cuenta propia (33). De otra parte, (34), considera como trabajador independiente o por cuenta propia, a toda persona que trabaja bajo sí misma y no se clasifica como persona asalariada. También entiende esta actividad por su capacidad de obtener el beneficio económico procedente de los bienes o servicios producidos y entregados a la parte contratante.

El término *freelancers*, hace referencia a los trabajadores por cuenta propia, a la persona que ejerce actividades económicas bajo su propia responsabilidad que se ha comprometido a la entrega de proyecto o unidad en fecha establecida sin estar bajo las instalaciones o mando de su contratante (35). Además, se hace énfasis en la definición de trabajador independiente o autónomo ante el derecho laboral, a todo aquel sujeto que no está bajo subordinación de ningún patrono y posee mayor libertad de acciones para llevar a cabo el trabajo establecido con quienes se establece en forma “indubitable la naturaleza laboral de la relación” (36).

El trabajo por cuenta propia es una modalidad atractiva desde el espacio a su elección fuera de una oficina y es por ello, que cada día aumenta el número de personas que apuestan por trabajar de manera autónoma (37). Se supone que la principal gratificación es generar dinero haciendo lo que les gusta o son expertas en la materia, ajustar horarios a su vida personal, las ganancias son mayores al de trabajar como un asalariado, el empleo no tiene fin por terceras personas, hay poca competencia en el mercado y los precios del trabajo son considerados por el trabajador y no por la empresa.

Las instituciones también juegan un rol esencial en la determinación y éxito de los emprendedores y trabajadores a cuenta propia. Mayor riesgo, problemas de agencia, mercados incompletos, intensas regulaciones, burocracia, falta de competencia e inestabilidad política y económica se desincentiva la creación de valor y proyectos tecnológicos con respecto a países desarrollados (38).

Se distingue principalmente dos tipos de trabajadores a cuenta propia: Trabajadores independientes que deciden empezar sus propios negocios, tomando altos riesgos para obtener grandes ganancias, y trabajadores que deciden empezar un negocio debido a que su actual trabajo no les satisface o simplemente porque se encuentran desempleados (39). En el caso de estudio las personas se ven obligadas a realizar trabajos independientes o por la condición de inmigrantes que en muchos de los casos no cuentan con los documentos legales por ser extranjeros o a su vez, los problemas políticos y sociales hacen que se desplacen de su lugar de origen.

Los trabajadores por cuenta propia, se relaciona con jóvenes con menores niveles de educación y que obtienen menores ingresos que aquellos que se encuentran dentro del sector formal (40). Se ha comprobado que los trabajadores por cuenta propia, al no cumplir con las obligaciones fiscales, así como servicios públicos o rentas, logran bajar sus precios de menudeo

y como resultado de no acreditar el IVA (Impuesto al Valor Agregado) que se es debería aplicar y no cobrarlo a sus clientes, tienen una ventaja competitiva en precio frente a quienes, si lo hacen, arrastrando a miles de propietarios de negocios bien establecidos a abandonar el mercado (41). Distintos autores han analizado los efectos negativos que tienen los trabajadores por cuenta propia en la sociedad y, sobre todo, la aparente baja de productividad que repercute directamente en la riqueza de una economía (42).

Existen varias divisiones de trabajadores por cuenta propia (43), en donde se enfocan las diferencias entre los trabajadores del sector formal e informal, este último engloba a aquellos trabajadores independientes que no poseen el financiamiento o las condiciones legales adecuadas para entrar al mercado. Esta investigación identifica a los trabajadores por cuenta propia del sector informal. Entre los trabajadores por cuenta propia que pertenecen al sector informal están los vendedores ambulantes, los trabajadores a domicilio o los de la vía pública, muchas de esas personas realizan los que algunos llaman el trabajo callejero, ingrato, sucio, mal pagado y muchas veces inseguros. Una buena parte de ellos viven también en los conocidos barrios marginales y sus viviendas no reúnen ni las mínimas condiciones higiénicas o de cierto hábitat decoroso.

## 2. Metodología

El desarrollo metodológico de la presente investigación parte del Enfoque Cualitativo en los niveles Exploratorio y Descriptivo. En el nivel exploratorio, se identificó el problema y utilizando el método histórico lógico, se pudo analizar los comportamientos históricos del objeto de estudio, tanto en el ámbito mundial como nacional para poder comparar con los resultados obtenidos en la investigación. A través del nivel Descriptivo y haciendo uso del primer objetivo (describir), se ubicó al sector informal en lo que corresponde al trabajo por cuenta propia, por lo que, al aplicar las fichas de observación y a conveniencia de los investigadores, se identificaron a 367 individuos que se aglomeran en las intersecciones de las calles (semáforos) principales de las Parroquias Lizarzaburu y Velasco, sectores que se caracterizan por una gran concurrencia de la población por diferentes motivos. El estudio es de tipo Retrospectivo y Longitudinal, porque, en primer lugar, se identificaron estadísticas generales y luego porque, se levantaron 15 cuestionarios por individuo, de lunes a sábado en los horarios de 10:00 a 13:00 h y de 17:00 a 22:00 h, lo que permitió además observar que dichos individuos, en términos generales se agrupan en los mismos lugares y comercializan los mismos bienes y servicios, además, se evidenció de que se han formado una especie de colonias desde el punto de vista de extranjeros, diferenciándose de los nacionales.

## 3. Resultados y Discusión

Conforme los datos obtenidos, con las fichas de observación aplicadas a 367 individuos en las Parroquias Lizarzaburu y Velasco del Cantón Riobamba urbano, la aplicación de la entrevista en dichas parroquias urbanas, se debe a que, según las estadísticas, son sitios de mayor concurrencia diaria y que son lugares en donde están presentes las personas que comercializan los bienes y servicios. Los datos expuestos en la Fig. 3, se corroboran con los datos que se presentan en la Fig. 4 y que, además, se identifica que el 56,13 % son hombres mientras que 43,87 % son mujeres, que en su gran mayoría se dedican a comercializar bienes (92,10 %) y menor proporción (7,90 %) a la venta de servicios.

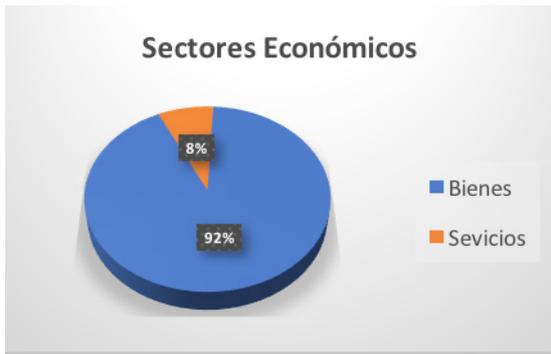


Fig. 3. Tipos de economía informal.  
Fuente: Fichas de observación.



Fig. 4. Sexo de los trabajadores informales.  
Fuente: Fichas de observación.

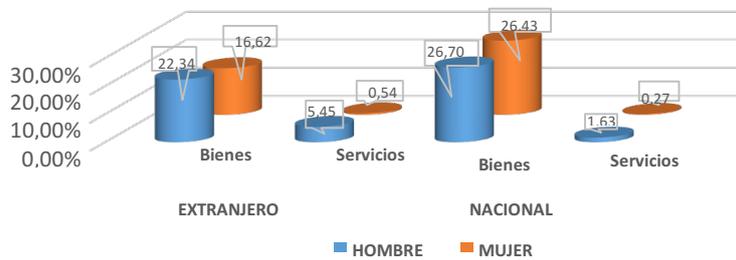


Fig. 4. Extranjeros y nacionales, tipo y sexo de la economía informal.  
Fuente: Fichas de observación.

En relación a las actividades que más desarrollan los trabajadores por cuenta propia en la Economía Informal, se puede evidenciar que 92,10 % se dedica específicamente a comercializar bienes, de los cuales: el 18,26 % se dedican a la venta de helados; el 12,53 % a la comercialización de accesorios para vehículos; el 12,26 % a la confitería; el 11,44 % a la venta de accesorios de teléfonos, el 7,36 % a vender refrescos; y el 30,25 % a otras actividades; en menor proporción el 7,90 % a la venta de servicios como: aseo de parabrisas, animación y lustrar zapatos, conforme a la Fig. 5 que se puede observar a continuación.

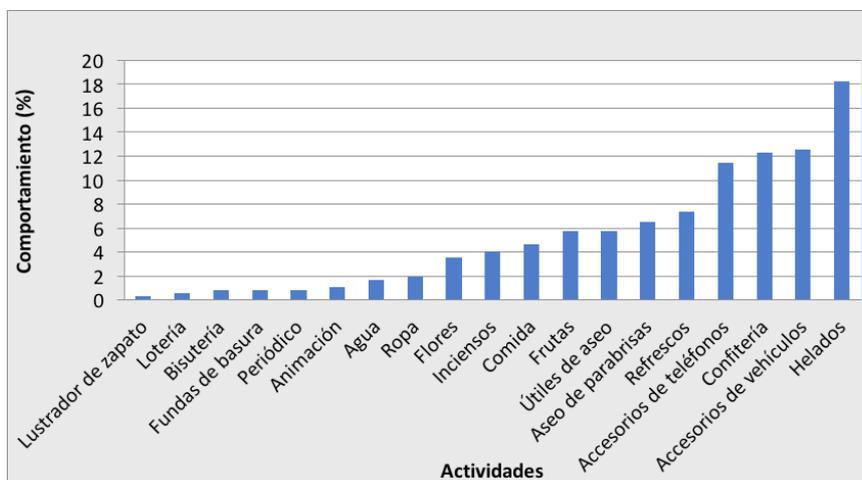


Fig. 5. Actividades del Trabajo Informal.  
Fuente: Fichas de observación.

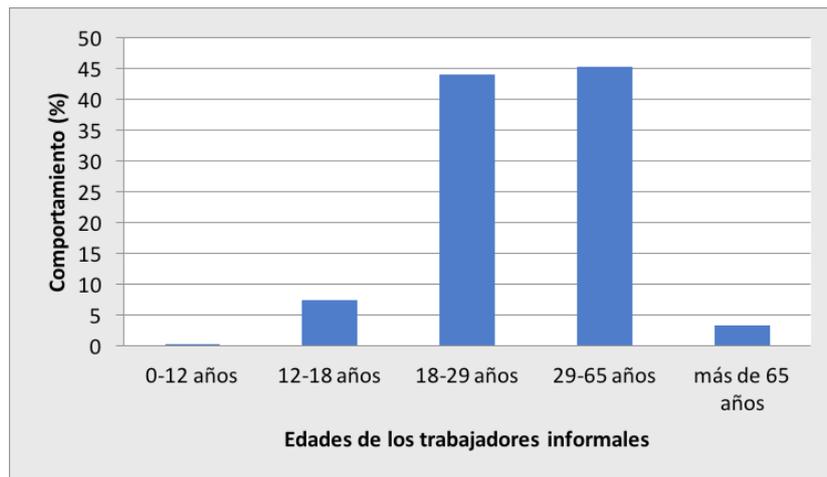


Fig. 6. Trabajo Informal y Segmentos de Edad.  
Fuente: Fichas de observación.

Como resultados de la investigación se evidencia que el 45,23 % de los trabajadores informales se encuentra en edades comprendidas entre los 29 a 65 años, seguido del 43,87 % entre 18 a 29 años, 7,36 % entre 12 a 18 años, 3,27 % más de 65 años y 0,27 % menores de 12 años, tal como se muestra en la Fig. 6.

De lo manifestado por el INEC, la mayoría de quienes se encuentran en la economía informal, se ubican sin permiso en las calles céntricas de las principales ciudades con el argumento de la falta de fuentes de trabajo y de la pobreza, la observación de los individuos sujetos de estudio, así lo ratifican, de otra parte, la OIT en sus estudios hace alusión el sector en estudio se dedica básicamente a la comercialización de bienes como: accesorios de teléfonos, flores, entre otros.

#### 4. Conclusiones

La investigación da cuenta de la existencia del Trabajo por Cuenta Propia como parte de la Economía Informal en el cantón Riobamba, se observaron 367 individuos dedicados a actividades circunscritas a la comercialización de bienes y servicios, en donde los bienes representan el 92,10 % y los servicios el 7,90 %. Las actividades que más se desarrollan en el trabajo informal en la comercialización específica de bienes son: La venta de helados (18,26 %), seguida por la comercialización de accesorios de vehículos (12,53 %); confiterías (12,26 %); venta de accesorios telefónicos (11,44 %); refrescos (7,36 %), otras 11 actividades el 30,25 %; mientras que, se identificó que los servicios se ofertan en menor medida en el trabajo informal, como el lavado de parabrisas (6,54 %); animación (1,09 %) y lustrado de zapatos (0,27 %).

De los 367 trabajadores informales, se determinó que el 55,04 % son nacionales y el 44,96 % extranjeros, de los cuales el 56,13 % son varones y 43,87 % son mujeres, evidenciándose que el 60,76 % prefiere laborar en la parroquia Velasco, mientras que 39,24 % labora en la parroquia Lizarzaburu.

La identificación desarrollada en la investigación pone de manifiesto actividades relacionadas con la comercialización de 16 bienes y tres servicios, determinándose que la mayor parte de trabajadores informales (89,10 %), se encuentran en edades comprendidas entre 18 a 65 años, mientras que el 10,90 % son menores de 18 años.

## **Bibliografía**

1. Estrella, D. (2015). *Informalidad laboral: concepto y mediciones*. Gobierno de Chile. Chile
2. Castro, V. (2014). *¿Cuál es el impacto de la economía informal en la sociedad?* México: Universidad Iberoamericana. Saltillo
3. Grupo de Trabajo sobre la Corrupción. (2010). *Informe anual sobre la lucha contra la corrupción en el Perú*. Perú: G.C.T.C
4. Marquez, J. (2018). *Análisis de sector informal y su incidencia en el desarrollo económico período 2015-2017*: Observatorio de la economía Latinoamericana de Chile.
5. Ludin, M. R. (1987). *Diccionario Filosófico*.
6. Fouquet, A. (1998). *Travail, emploi ou activité? En prensa, en Jacot et Kergoat*, . París: Association RESSY.
7. Neffa, J. C. (25 de abril de 2014). *www.researchgate.net*. Recuperado el 25 de enero de 2019, de [www.researchgate.net/publication/302883208\\_Actividad\\_empleo\\_y\\_desempleo\\_Conceptos\\_y\\_definiciones](http://www.researchgate.net/publication/302883208_Actividad_empleo_y_desempleo_Conceptos_y_definiciones)
8. García, S. P. (octubre de 2018). *filosofia.org*. Recuperado el 25 de enero de 2019, de <http://www.filosofia.org/filomat/index.htm>.
9. Cole, M. u. (1999). *Psicología Cultural*. Madrid: Morata.
10. Nordhaus, P. S. (2010). *Economía*. Estados Unidos: Mc Graw Hill, pág. 4.
11. *Diccionario de la Lengua Española*. (2018). Obtenido de <http://dle.rae.es/?w=diccionario>
12. Mankiw, G. (2016). *Principios de Economía*. Heinle.
13. Skousen, M. (1994). *La Economía en Tela de Juicio*. Buenos Aires: Addison-Wesley Iberoamericana pág.16.
14. Sullivan, B. P. (1978). *Economía Para Todos*. España: Continental S.A. pág. 11.
15. Robbins, L. (1966). *Teoría de política económica*. Rialp.
16. *Diccionario Económico*. (2018). *Definición*. Obtenido de <https://definicion.mx/actividad-economica/>
17. INEGI. (25 de enero de 2019). *México en Cifras*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>
18. Tu Diccionario hecho fácil. (s.f.). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/economia/actividad-economica.php>
19. ENOE. (25 de 1 de 2019). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. Obtenido de <http://www.inegi.gob.mx>
20. Fundación, Gestión y Participación Social. (25 de 01 de 2019). *¿Qué es actividad económica?* Obtenido de <http://www.asociaciones.org/formacion/item/168-que-es-actividad-economica>
21. EKOS. (16 de diciembre de 2016). *Índice de actividad económica en el Ecuador*. Obtenido de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8423>
22. OIT. (1972). *La economía informal*. Kenya.

23. ILO. (2005). *Economía informal, Trabajo no declarado y Administración del Trabajo*. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/--webdev/documents/publication/wcms\\_082382.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/--webdev/documents/publication/wcms_082382.pdf)
24. Soto, R. (1987, pág 7.). *El otro sendero*, Editorial Diana, México. México: Diana.
25. Portes, M. C. (1989). *El mundo sumergido: los orígenes, la dinámica y los efectos de la economía informal*. Buenos Aires: Planeta.
26. OIT. (2002). *Conclusiones sobre el trabajo decente y la economía informal*.
27. OIT. (2002). *El trabajo decente y la economía informal*. Ginebra.
28. Sen, A. (junio de 2006). *Economía y Sociedad*. Obtenido de ¿Qué impacto puede tener la ética? Presentación en la Reunión Internacional sobre “Ética y Desarrollo” del Banco Interamericano de Desarrollo: [www.iadb.org/etica](http://www.iadb.org/etica)
29. OIT. (18 de 04 de 2018). *Economía informal*. Obtenido de La economía informal emplea más de 60 por ciento de la población activa en el mundo, según la OIT: [https://www.ilo.org/global/about-theilo/newsroom/news/WCMS\\_627202/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-theilo/newsroom/news/WCMS_627202/lang--es/index.htm)
30. Rebossio, A. (2014). *¿Cuáles son los países con más y menos empleo informal?* Chile: Planeta Futuro.
31. INEC. (17 de septiembre de 2018). *Reporte de Economía Laboral*. Obtenido de *Informe\_Economia\_laboralsep17.pdf*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/>
32. A, G., & Grahasta A. (2009). Origen de la palabra.
33. Cinterfor. (1990). *Trabajo Independiente o por cuenta propia*. Obtenido de [https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/genero/tra\\_independ.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/genero/tra_independ.pdf)
34. Matheu, A. (2015). El contrato de Freelance y su incidencia para el Derecho Comercial Guatemalteco. *Biblioteca USAG*.
35. Montilla, L. (2009). Derecho Laboral Guatemalteco. *Revista de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas*.
36. Finanzas personales. (17 de 03 de 2017). *Cuánto le pagan por ser un Freelance*. Obtenido de <https://www.finanzaspersonales.com>
37. Bruhn, M. (2007). The effect of bussines registration reform on entrepreneurial activity in Mexico.
38. Medor, D. (2016). ¿Qué significa Trabajar?
39. Ledesma, C. (2013). Estudio Regional sobre trabajo autónomo y economía informal.
40. Hernández, R. F. (2006). Metodología de la Investigación.
41. Cimoli, M. P. (2006). Crecimiento y estructura productiva en economías abiertas.
42. Bennett, J., & Estrin, S. (2007). *Entrepreneurial entry in developing economies: Modeling interactions between the formal and informal sector*. London: International Policy Center.

# *Causas de la economía informal en el cantón Riobamba, 2018*

*(Causes of the informal economy in the canton Riobamba, 2018)*

L. Vallejo\*, C. Samaniego, C. Buenaño, J. Morocho

Escuela de Contabilidad y Auditoría. FADE-ESPOCH

\*e-mail: luz.vallejo@epoch.edu.ec

## **RESUMEN**

La presente investigación explica las causas que generan la economía informal en el cantón Riobamba, debido al incremento de este sector económico en el espacio geográfico de estudio. El objetivo de la investigación es explicar las causas que conllevan al incremento de este sector en la economía informal puesto que debe ser una preocupación de las autoridades locales. El desarrollo de la investigación se sustenta en el Enfoque Cuantitativo, en el nivel Explicativo, en los tipos observacional, retrospectivo y longitudinal, el método es inductivo, la técnica, fue un cuestionario estructurado y la muestra fue aplicada a 367 individuos por conveniencia de los investigadores. Los resultados de la investigación identifican como causas del incremento de la Economía Informal en el cantón, las siguientes: la carga impositiva en el cumplimiento de las regulaciones legales, sanitarias y laborales, los permisos municipales exigidos, las restricciones en el mercado laboral, la inmigración interna y externa. Es menester dejar indicado que el presente artículo, se presenta en el contexto del Proyecto denominado Desarrollo Emprendedor para la economía informal del cantón Riobamba.

**Palabras clave:** *economía informal, carga impositiva, regulaciones legales.*

## **ABSTRACT**

The present investigation explains the causes that generate the informal economy in the canton Riobamba, due to the increase of this economic sector in the geographical space of study. The objective of the investigation is to explain the causes that lead to the increase of this sector in the informal economy since it must be a concern of the local authorities. The development of the research is based on the Quantitative Approach, on the Explanatory level, on the observational, retrospective and longitudinal types, the method is inductive, the technique was a structured questionnaire and the sample was applied to 367 individuals for the convenience of the researchers. The results of the investigation identify as causes of the increase of the Informal Economy in the canton, the following: the tax burden in compliance with legal, health and labor regulations, the required municipal permits, restrictions in the labor market, immigration internal and external. It is necessary to indicate that this article is presented in the context of the Project called Entrepreneurial Development for the informal economy of the Riobamba canton.

**Key words:** *Key words: informal economy, tax burden, legal regulations*

## **1. Introducción**

La investigación reúne las principales causas de la existencia del sector informal en la economía de mercado; entre ellas, la evasión del pago de impuestos, los trámites engorrosos

para crear una empresa o emprendimiento y la reducción en la recaudación de impuestos, así como también el desempleo generado en el país. Los efectos según algunos investigadores, clasifican como positivos y negativos; entre los positivos, la economía informal produce bienes y servicios que no produce la economía formal, satisfaciendo un sector de consumo; los productos y servicios de la economía informal sirven en muchas ocasiones, de sustento para la economía formal, además la economía informal dinamiza la actividad económica, genera ingresos y fuentes de trabajo, los efectos negativos son: disminución de los impuestos, competencia desleal con el sector formal, desconocimientos del proceso de generar emprendimientos. Hay que especificar la tendencia de Latinoamérica en la inmigración debido a la crisis de los países vecinos, que forma parte de la tendencia mundial y que se ha convertido en carácter restrictivo en algunos países de destino, que también genera un incremento en la economía informal. La investigación plantea las siguientes interrogantes: Entonces, ¿cuáles son las causas de la economía informal? ¿Qué elementos conllevan a la economía informal?

Los resultados de mediciones realizadas manifiestan que el 30% de la población se encuentra dentro de la economía informal, las actividades económicas están directamente relacionadas con el desarrollo social individual y el crecimiento económico de las familias, por tanto, requiere de un estudio para determinar su presencia y las características de la economía informal que está presente en el cantón Riobamba, siendo importante identificar que actividades tienen mayor influencia y aceptación.

La economía informal, también denominada economía sumergida, paralela, no registrada, oculta, invisible, sus actividades económicas han afectado en el ámbito de la economía empresarial, social y gubernamental, en forma directa sea positiva o negativamente en las actividades económicas formales en las dos últimas décadas, su evolución ha derivado una serie de políticas de gobierno para mejorar este sector de la economía y facilitar al mismo tiempo el pago de los tributos.

La literatura define a las actividades económicas informales con diferentes términos, pero todas concuerdan que son “actividades económicas no declaradas”

Se divide a la economía informal en 4 sectores: Sector criminal: se define por la producción ilegal de bienes y servicios (producción y tráfico de drogas); Sector irregular: se define al sector legal que incumple las declaraciones legales requeridas para su funcionamiento (evasión de impuestos); Sector doméstico: se define a la producción de bienes y servicios de consumo propio (trabajo de las amas de casa); y Sector informal: se define a las actividades económicas que buscan evitar costos y son excluidas de los beneficios de ley (ejemplo las Bahías). (1)

Se identifica en dos grupos de análisis las causas e implicaciones de la economía informal: actividades ilegales: intercambio venta de bienes robados, tráfico de drogas, tráfico de armas, prostitución, fraude; contrabando; y actividades legales al evadir impuestos, la producción no declarada del negocio los sueldos y trabajos no son reportados ni se pagan beneficios legales. (2)

El impacto que los shocks del sector informal en la macroeconomía producen variaciones de los salarios, reducción de impuestos en el sector formal, disminuye el pago de tributos y no existe estabilidad, seguridad social y laboral, debido a que el trabajador no tiene prestaciones laborales en el IESS.

Los Vendedores de frutas, verduras, periódicos, artesanías ¿qué tienen en común estas ocupaciones? Todas componen parte de la realidad que vivimos a diario de una u otra manera, dando así la constitución de la economía informal. Al comercio informal se lo denomina como aquella reciprocidad económica que se compone de manera anormal, desigual y oculta. Anormal y desigual debido a que no se continúa un proceso legal y autorizaciones necesarias para que esta labor se realice. Y oculta porque la anormalidad es lo que causa que estos intercambios sean muy complicados de cuantificarlos para realizar sus estudios respectivos. (3)

El empleo en el sector informal se considera como un grupo de unidades de producción, según la definición y clasificación del Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas, forma parte del sector de los hogares; es decir, son empresas (unidades económicas) que pertenecen a los hogares y no están constituidas en sociedad; para el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2015) manifiesta en concordancia con esta definición, el empleo en el sector informal es el conjunto de personas que trabajan en establecimientos que no se encuentran registrados ante la autoridad tributaria, es decir, en empresas que no tienen Registro Único de Contribuyente (RUC). A diferencia del empleo en el sector formal, son personas que trabajan en establecimientos que tienen RUC. (4)

Según el Reporte de economía laboral, este sector ha generado un incremento en nuestro país, según la información del INEC, en septiembre de 2015 se registró el 40,6 % mientras que en septiembre 2016 se incrementó al 44,5 % y para marzo 2018 fue el 45 %. La evolución de las estadísticas señala que existe un incremento, que puede ser ocasionado por la falta de empleo formal (5).

Reducir estos resultados, el gobierno debe empezar a implementar, de forma que se disminuya la evasión de impuestos por parte de los contribuyentes, así mismo de un cambio y transición a la formalización; las personas que realicen actividad económica requieren una mejor calidad de trabajo..... al menos unas 951 000 personas se dedican al comercio informal, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la mayoría se ubica sin permiso en las calles céntricas de las principales ciudades con el argumento de la falta de fuentes de trabajo y de la pobreza (3).

La economía informal es una manera de hacer frente a la crisis económica de los hogares y la pobreza, este concepto visto por Amartya, (2000) quien considera: “Las capacidades individuales de las personas como determinantes del desarrollo humano” es decir las capacidades y habilidades de los individuos permiten que se desarrollen actividades económicas en búsqueda de su bienestar personal y familiar, dedicándose a cualquier actividad que produzca ingresos. Así acuerdan Alkire y Foster (2007) “Cada individuo evalúa la existencia de carencias en varios indicadores correspondientes a las principales áreas o dimensiones que determinan su desarrollo personal y familiar como: salud, educación y nivel de vida” (6,7).

En general, el 25 % de los individuos trabajan por cuenta propia, el 30 % trabaja en el sector comercio y 47 % trabajan en el sector de servicios. En América Latina, el empleo “informal urbano” pasó, en el transcurso de la última década, del 52 % al 58 % según la Organización Mundial de Trabajo OIT (2003). Situación ratificada al proponer que “El trabajo decente como política social y la mejor política económica. Sin embargo, esto no ha sido visto así a lo largo de la historia” (8,9).

### 1.1. *Causas y efectos de la economía informal*

Una de las principales causas de la economía informal, es el tratar de mantener oculta las actividades económicas por desconocimiento y trámites engorrosos que existen al momento de legalizar sus negocios; en consecuencia, sus actividades económicas se convierten en economía informal, debido al costo, tiempo y desconocimiento de procesos en muchos de los casos. La pregunta es ¿Evadir los impuestos de la actividad económica que realizan, incrementa sus utilidades? Debido a que la economía informal se realiza libremente, de manera espontánea y sin aportar ingresos tributarios al Estado. La respuesta es no, el desconocimiento de los procedimientos para legalizar las actividades económicas y su práctica de quienes aplican la economía informal, trae como consecuencia, problemas legales por la evasión de impuestos a través de las leyes y sentencias por incumplimiento; en referencia a la premisa “El desconocimiento de la ley no le exime de culpa (10), también es importante profundizar en la moral y la cultura que se genera en sus habitantes; así como la incertidumbre y la zozobra que produce el comportamiento de las personas que están realizando actividades económicas de forma ilegal; este análisis hace referencia desde el punto de vista del comportamiento humano.

### 1.2. *Desde el punto de vista Macro-económico*

Desde el punto de vista macroeconómico, la globalización, desregulación y reestructuración de procesos en las empresas y el código de trabajo, han permitido emplear mano de obra bajo la modalidad de contratos de trabajo más flexibles. En este sentido, la expresión “no son informales los hombres; sino más bien, las actividades que estos realizan” se refiere a que las formas de contratación de personal son más flexibles, sin embargo, las actividades siguen siendo informales. Además, el comercio informal o ambulatorio es un fenómeno evidente en el mundo, en forma de comercios de calle, al margen de regulaciones y disposiciones legales (11,12,13).

En concordancia a la expresión “no son informales los hombres; sino más bien, las actividades que estos realizan” se entiende que las actividades son informales; fenómeno evidente en todo el mundo, en unas ciudades más generalizadas que otras.

Entre sus beneficios directos de la economía informal se mencionan: la flexibilidad, autonomía e independencia relativa de sus participantes, especialmente existen algunos beneficios indirectos para los consumidores tales como: mayor acceso a la compra de productos, precios más bajos y a veces, ciertas facilidades en el pago. Además, el Programa Mundial del Empleo PREALC, manifiesta la economía informal desempeña un rol protagónico en ciertas clases sociales al facilitar el acceso a productos más baratos que en el mercado formal; sin embargo, influye negativamente en el desarrollo de la economía por la evasión de impuestos y la reducción de la recaudación fiscal que equivale a establecer una tasa impositiva sobre el sector formal induciendo bajo crecimiento y menor bienestar (14,15).

En consecuencia, una interpretación de causas indicaría que, si se flexibilizaría la legislación laboral y si se simplifican los requisitos para establecer un negocio, se incentivaría el sector formal de la economía. “Este tipo de actividades requiere, por una parte, de menores esfuerzos que exigen las actividades comerciales (inversión, infraestructura y capital) y por otra, menores exigencias desde el punto de vista legal (permisos, licencias sanitarias, entre otras)” (16).

Al flexibilizar la legislación laboral, se refiere a modificar las leyes con incentivos laborales en beneficio de las nuevas empresas que ingresan al mercado especialmente las micro y pequeñas, por otro lado, simplificar la carga impositiva en requisitos y trámites de nuevos negocios, de esta manera disminuiría las actividades de la economía informal.

Según este enfoque macroeconómico, existen cuatro las causas principales para que se generen sectores informales en una economía: la carga impositiva, las restricciones del mercado laboral, el incremento de las instituciones públicas y la tendencia en la inmigración; sobre las cuales se explica cada una de ellas a continuación:

### *1.2.1. La carga impositiva*

Son los impuestos que afectan las decisiones en un individuo, entre pagar sus impuestos generados de las actividades formales o pensar que el pago de los mismo disminuye sus ingresos finales. Las contribuciones tributarias se relacionan con la seguridad social, estimulan la oferta laboral en un sector formal en la economía; cuando el individuo analiza la diferencia existente entre el ingreso total percibido de la actividad económica, antes y después de los impuestos en el sector formal, busca la manera de evadir esta diferencia; de esta manera, ingresa a las actividades de la economía informal; a continuación, se detalla las siguientes premisas:

- Cuando las tasas impositivas disminuyen, no se incrementa la economía informal.
- Cuando las tasas impositivas aumentan, se incrementa la economía informal.

Desafortunadamente, una vez, desarrollado este hábito (evadir) en los individuos, es muy difícil que sea abandonado (17), significa que los individuos convierten éste en una réplica de evasión, cuando ven que las tasas impositivas de los impuestos disminuyen sus ingresos, estos generan una cultura de evasión.

Por otra parte, el sistema social incentiva a los individuos a buscar un empleo en el sector informal, porque obtiene ingresos adicionales cuando incluso tiene un ingreso proveniente un empleo formal, pero este no es suficiente.

### *1.2.2. Restricciones en el mercado laboral para conseguir trabajo*

Actualmente son muchas las exigencias para conseguir un empleo formal (años de experiencia, títulos, idiomas y la edad), que influyen significativamente para que se incremente el tamaño de la economía informal y constituyen a las restricciones que imponen en el mercado laboral. Debido a las exigencias de la oferta laboral de empleo en el sector formal como: requisitos, experiencia, el costo de seguir una carrera universitaria, la dedicación y el tiempo para obtener un título universitario que dependen de la motivación laboral de los individuos para prepararse académica y profesionalmente o decidirse a realizar actividades de la economía informal de manera más rápida al insertarse en las actividades económicas que generen ingresos inmediatos.

#### *1.2.2.1. Determinantes del empleo informal*

Describe las características de los individuos que incurren en la alternativa de empleo informal, que fueron analizadas en la presente investigación tales como: edad, sexo, tipo de

actividad que realiza en la economía informal y sector de actividad.

**Edad:** esta variable determina la participación del individuo en la economía informal en función de la edad, se considera que las personas de tercera edad no están la misma capacidad de realizar actividades que los jóvenes realizarían. Esto puede darse debido a la competencia que surge en el mercado, donde se compara la productividad que realizaría un joven con una personas de más edad, quienes incluso percibe una mejor remuneración, frente a la productividad que realizaría un anciano; además, cabe mencionar que las personas de la tercera edad resultan una dificultad al momento de ser contratados, incluso cuando se encuentran trabajando, por el riesgo a enfermar o sufrir un accidente laboral que pueda producir algún tipo de discapacidad, que los empleadores interpretan como otro costo y disminución de los ingresos en la economía formal.

También se puede observar el trabajo infantil, niños que trabajan en la economía informal, infringiendo el trabajo infantil que es ilegal. En cambio, los adolescentes están pre-dispuestos a trabajar en actividades en la economía informal, sin importar lo inferior que pueda llegar a ser el salario, mientras esperan un puesto formal reuniendo experiencia en ese campo.

**Sexo:** las mujeres jóvenes con niños, es muy posible que tomen esta alternativa de actividades informales, dado que necesitan recursos y tiempo que les permita cuidar a sus hijos y su hogar.

A esto también influye los factores familiares, la cantidad de niños, así como la cantidad de miembros inactivos en la composición familiar, tienen un impacto positivo en los empleos formales en el género masculino, pero negativos en el género femenino. De esta manera, existe una elevada probabilidad de que las mujeres adolescentes con hijos trabajen en la informalidad debido a la tolerancia respecto a las horas de trabajo que hace más viable el cuidado de los miembros inactivos en el grupo familiar.

**Tipos de actividad económica:** se destacan las habilidades laborales, que considera elementos como educación, experiencia en el campo; se entiende que los individuos que poseen poca educación no están en capacidad de conseguir trabajos laborales formales.

Las actividades informales crean una barrera significativa en el desarrollo económico de todo país. Esto sucede debido a que las autoridades, al no recaudar impuestos a este sector informal; sin embargo, se recaudan a las empresas que están formalizadas, que resulta en una competencia desleal en disparidad de condiciones con las informales. La competencia desleal de las empresas informales perjudica a la capacidad de desarrollo de las empresas formales que brindan empleo con beneficios legales a sus trabajadores, pagan impuestos al estado; afectando de esta manera la productividad y mejora en el país, debido a que disminuye el rendimiento de las empresas formales.

Luego de ocurrido el terremoto en el 2016, varias ciudades quedaron devastadas, entre ellas las provincias de Manabí y Esmeraldas, principalmente en actividades económicas tales como: comercio, turismo, pesca y camaronero. Se observó que las grandes empresas atuneras, camaroneras y otras dedicadas al turismo aún se mantuvieron fuertes a pesar de la devastación; a pesar que las empresas camaroneras obtuvieron pérdidas de casi USD 30 millones solo en la ciudad de Pedernales; sin embargo, Manabí aporta cinco millones de libras de camarón al mer-

cado y el 70 % proviene de la pesca artesanal.

El director del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) en Manabí, Jesús Loor señaló: “A causa del terremoto en la provincia las afiliaciones al IESS disminuyeron un 8,5 % en el sector privado, pero crecieron 1,6 % en el público, comparado con el año pasado. A consecuencia del terremoto muchas plazas de trabajo se vieron pérdidas y se reflejó un incremento de solicitudes del seguro de desempleo del IESS; a partir de esta fecha la cifra se elevó en Manabí registrando 203 610 afiliados y 63 572 en la ciudad de Esmeraldas (18).

El empleo sector formal e informal, en septiembre del 2017 del total nacional, el 47,4 % corresponde al sector formal y el 46,4 % el sector informal; la diferencia del 100 % es 6,20 % corresponden a las personas “ocupados no clasificados” y las “personas de servicio doméstico (19).

Las actividades económicas en la economía informal y el tipo de actividad, van desde el vendedor de frutas de temporada, venta de snack como maní confitado, habas tostadas, ramos pequeños de flores, venta de franelas, accesorios de vehículos, venta de helados, jugos de coco, entre otros relacionados con el comercio y producción en lo referente a los servicios esta la limpieza de parabrisas.

Sector de Actividad: existen tres sectores de la actividad económica, estos son: Sector primario, constituye el conjunto de actividades económicas que obtienen materias primas del medio natural: ganadería, agricultura, pesca y minería y explotación forestal. El sector secundario comprende las actividades económicas destinadas a la transformación de las materias primas: industria y construcción. El sector terciario incluye todas las actividades económicas que proporcionan servicios (transporte, comercio, turismo, salud, educación y finanzas).

### *1.2.3. Incremento de las instituciones públicas*

Mientras se incremente las instituciones públicas (juzgados, IESS, Municipios, Registro Civil, etc.), disminuye los emprendimientos y la generación de empresas de producción o servicios, en consecuencias se incrementan las actividades de la economía informal. Además, la tramitología de las leyes y reglamentos, los costos excesivos de formar una empresa y el desconocimiento de los trámites de funcionamiento legal para la conformación de la empresa que deben realizarse en las instituciones públicas, determinan las siguientes premisas.

- Si las leyes, regulaciones y tramitología se incrementan, también se incrementa la economía informal.
- Cuando disminuye las leyes, regulaciones y tramitología, se incrementa disminuye la economía informal.
- Si existe excesivo número de entidades públicas, disminuye el sector formal de la economía.
- Si disminuye el excesivo número de entidades, se incrementa el sector formal de la economía.

Además, incluye la tramitología en las instituciones públicas, debido a la burocracia que se presentan en este tipo de instituciones para acceder a un trámite en particular, desmotivando al individuo realizar estas actividades. Por los tanto se llega a la afirmación “los países con mayor índice de corrupción tienen un porcentaje alto de economía informal” (19)

Por otro lado, existe un consenso en evaluar si son mayores los beneficios o los efectos de la economía informal. Entre los efectos positivos del sector informal están los siguientes: satisface ciertas necesidades del mercado que no cubre la economía formal, genera riqueza, fuentes de trabajo y dinamiza la economía del mercado. Sus efectos negativos es la competencia desleal, evadir el pago de tributos, evade beneficios legales de sus trabajadores y de ellos mismos, como las prestaciones del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) la atención médica, medicamentos, prestaciones y jubilaciones, entre otras. Afectando en forma indirectas al presupuesto del Estado disminuyendo el mantenimiento y construcción de vías, hospitales equipados y educación, entre otros.

La ausencia de contratos de trabajo y sus costos (vacaciones, seguridad social y seguridad laboral) caracterizándose por el no pago de impuestos y por la variabilidad de las relaciones laborales informales” de la misma manera coincide la Organización Mundial de trabajo. “La economía informal surge en consecuencia; producto de ineficiencias de las leyes, así como los altos costos de tiempo, dinero e información que implica la legalidad de las empresas” (15, 21, 12).

Los individuos que tienen actividades en la economía informal, “obtienen ingresos disminuidos” A esto añade Hernández “sin seguros social, laboral, vacaciones, ni aguinaldos y si son personas jurídicas, ahorran costos de permanencia en la empresa, costos de acceso, por supuesto, reparto de utilidades y el pago de tributos” para Lasso afirma “en general, las expresiones de informalidad en los trabajadores por cuenta propia, servicios y trabajos esporádicos, servicio doméstico, empleos informales en organizaciones formales, micro comercios y micro empresas informales, comercio ambulante y vendedores callejeros que se caracterizan por trabajar fuera de normas, regulaciones y leyes” (21,22,23).

#### **1.2.4. La tendencia de Latinoamérica en la inmigración**

Debido a la crisis de los países vecinos, que forma parte de la tendencia mundial se ha convertido en carácter restrictivo en los países de destino, también genera un incremento en la economía informal. La inmigración lleva consigo factores internos y externos en la economía informal, se presentan a continuación:

##### *Factores externos:*

1. Falta de alternativas empleo para los inmigrantes.
2. Incertidumbre social y acceso al trabajo en el futuro económico.
3. Inseguridad general frente al crecimiento de la violencia.
4. Necesidades básicas insatisfechas.
5. El trabajo no se ajusta a sus expectativas laborales.

##### *Entre los factores internos:*

1. Frustración en las expectativas de vida.
2. Frustración en la realización personal.
3. Mandato generacional ligado a la comunidad de la cadena migratoria familiar.
4. Acceso a la información acerca de las opciones en el exterior.
5. Convicción de la imposibilidad de la realización ético-valorativa en la sociedad de origen.

El proceso migratorio implica considerables esfuerzos y sacrificios para los trabajadores migrantes, sus penurias no terminan al llegar al lugar de destino. Por el contrario, allí deberán sortear obstáculos mayores, ya que se enfrentarán a múltiples formas de discriminación en el trabajo que desempeñen, en los salarios que perciban, en su carrera laboral y en los riesgos del desempleo (25).

La OIT manifiesta que la mayoría de los trabajadores y las empresas de la economía informal producen bienes y servicios lícitos, aunque a veces no cumplan los requisitos de procedimiento, como relativos al registro o trámites de inmigración. Se debería distinguir entre estas actividades y las actividades delictivas o ilícitas, como la producción y el tráfico de drogas ilegales, que están contempladas en el código penal, y no pueden ser reglamentadas o amparadas por la legislación laboral o comercial. La persistencia de una economía informal muy extendida es incompatible con la realización de avances importantes en la consecución de los objetivos del trabajo decente y mina la capacidad de las empresas para ser más productivas (26).

De esta manera, se incrementa la economía informal, debido a los procesos migratorios de venezolanos, cubanos, colombianos y otros inmigrantes que se encuentran en Ecuador.

### *1.3. Desde el punto de vista micro-económico*

La tasa marginal, es un factor de importancia al incrementarse el resultado es el efecto del trabajo vs el ocio. Sin embargo, en la economía informal el individuo percibe ingresos por las actividades realizadas en la economía informal, sin ser afectado por las tasas impositivas. Según Neck en la investigación realizada sobre “la demanda de bienes sumergidos y el trabajo sumergido”, demuestran que la demanda de trabajo informal y la oferta de bienes informales dependen de la tasa marginal de impuestos y el nivel salarial de la economía oficial. De esta manera, una alta tasa marginal de impuesto a la renta implica una oferta de trabajo mayor en la economía informal, en contraposición de un alto nivel salarial en el sector formal disminuyen la oferta de trabajo informal (27).

El número de horas de trabajo laboral, al disminuir las horas de trabajo laboral y aumentar la oferta de trabajo en la economía informal, además de incrementarse el desempleo. En algunos países el costo laboral es tan elevado que muchos prefieren trabajar en la economía informal, generando un incremento en el desempleo y seguros de desempleo en países que cubren este rubro, llevando a los mismos a una crisis económica, un ejemplo claro es España, donde las personas desempleadas reciben un dinero mensual por el desempleo.

La función del estado es proveer bienes y servicios tales como: justicia, seguridad social, vías, hospitales, educación entre otros, que son financiados por los impuestos y constan de una partida presupuestaria; en consecuencia, las actividades no registradas de los diferentes sectores producción, servicios, trabajo, comercio y otros reducen la recaudación de impuestos al Estado y de esta manera disminuye las mejoras y el cubrir el presupuesto para los bienes y servicios antes mencionados. En detrimento de la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos.

La economía informal, tiene efectos positivos en el crecimiento económico pues genera competencia y dinamismo en el mercado, se produce en menor escala, o se produce productos que no se producen en la economía formal en consecuencia promueve el empleo y fuentes de ingreso.

En este contexto, “existe una relación positiva entre el crecimiento de la economía informal y la economía formal, bajo el supuesto que el costo para ingresar en la economía informal es bajo, concluye que una política fiscal expansiva es un estímulo positivo para ambos sectores” (28).

En los hallazgos de investigación realizados por Schneider, concuerda con Adam y Ginsburgh, quien demuestra que el 66% de los ingresos obtenidos de la economía informal son gastados inmediatamente por el sector formal, de esta manera se incrementa el consumo y pagando impuestos indirectos. En Alemania y Australia se encontró que dos tercios que produce la economía informal no existen en la economía formal (29,30).

En contradictorio Loyza concluye que la reducción del tamaño de la economía informal, incrementa la recaudación de impuestos y, por ende, mejora la cantidad y calidad de servicios provistos por el estado, que estimula el crecimiento económico. En su investigación demuestra que en países latinoamericanos existe un incremento de la economía informal del 1 % que genera una disminución del 1,22 % del PIB (31).

En resumen, el objetivo de todo gobierno es diseñar, implementar y medir las políticas económicas y sociales que impulsen el desarrollo sostenido y sustentable de un país, que se ajusten a la situación actual de la economía informal, para que sean aplicables y obtener resultados positivos que mejoren la calidad y cantidad de productos y servicios que sean probados con estándares de calidad especialmente los alimentos y medicamentos naturales que se expendan al libre albedrío en las principales calles de la ciudad de Riobamba, así como también en diferentes ciudades y países de América Latina y Europa, aunque según resultados de investigaciones se informa que Latinoamérica existe 89 % de la economía informal en relación a la formal en el sector de producción, en relación con Europa, donde se encuentra más legalizado y con políticas diferentes para la generación de empresas y emprendimientos. Mientras que el en sector de servicios en Europa se invierte la tasa de economía informal por la presencia de migrantes.

Es difícil conocer el tamaño de la economía informal y su influencia en el sector formal, las estadísticas no revelan esta información, en consecuencia las tasas de desempleo y producción se encuentran subestimadas, los precios son más bajos que la economía formal que provoca una tasa de inflación sea menor a la real, las transacciones que se realiza en el sector informal en su mayoría son en efectivo y en pequeñas cantidades que dinamizan la economía de los indicadores monetarios y la demanda de dinero. El PIB per cápita es menor de lo que realmente es, mientras que los impuestos y el gasto público se incrementa y las recaudaciones de impuestos disminuyen.

Por tanto, siendo difícil saber exactamente cuántos individuos se dedican a la economía informal, la investigación realizó una encuesta a los actores de esta actividad económica, sus resultados se verán a continuación.

## **2. Materiales y Métodos**

La investigación se basa en un Enfoque Cuantitativo, en el nivel Explicativo, en los tipos observacional, retrospectivo y longitudinal. El método es inductivo en consideración de que se observó al sujeto de la investigación en el lugar de los hechos, lo que permitió analizar las causas que conllevan a trabajar en la economía informal. La técnica que se aplicó, fue un

cuestionario estructurado y por conveniencia de los investigadores, el cuestionario contiene preguntas sobre edad, sexo, nacionales y extranjeros; también contiene el tipo de actividad que realizan, éste fue aplicado a 367 individuos que se dedican a la venta y comercialización de bienes y servicios, localizados en las intersecciones de las calles de las parroquias urbanas Lizarzaburu y Velasco del cantón Riobamba, que a decir de las estadísticas son las más extensas y frecuentadas por comerciantes de la economía informal.

### 3. Resultados y Discusión

La investigación realizada se fundamentó en las restricciones en el mercado laboral, donde se observó las siguientes características de los individuos que realizan estas actividades informales:

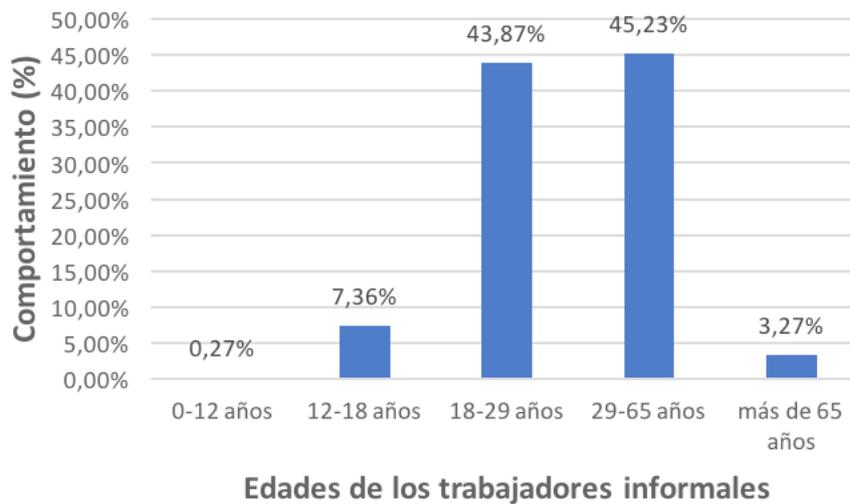
*Tabla 1. Carga impositiva.*

Legales (municipales)	<p><b>Permisos municipales.</b> En el municipio de la ciudad donde se crea la empresa:            Pagar la patente municipal            Pedir el certificado de cumplimiento de obligaciones            Uso de suelo</p> <p><b>Documentos habilitantes.</b>            Con la inscripción en el Registro Mercantil y Superintendencia de Compañías            Abrir el RUC de la empresa.  <b>Apertura el Registro Único de Contribuyentes (RUC)</b> se obtiene en el Servicio de Rentas Internas (SRI), con:            El formulario correspondiente debidamente lleno            Original y copia de la escritura de constitución            Original y copia de los nombramientos            Copias de cédula y papeleta de votación de los socios            De ser el caso, una carta de autorización del representante legal a favor de la persona que realizará el trámite</p> <p><b>Carta para el banco.</b> Con el RUC, en la Superintendencia de Compañías le entregan una carta dirigida al banco donde abrió la cuenta, para disponer del valor depositado.</p>
Sanitarias	<p>Permiso de Salud (Ministerio de Salud - Dirección de Salud)            Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARSA) se inscribe para obtener el Registro Sanitario</p>
Laborales	<p>Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.</p>

*Fuente: Pasos para formar una empresa en Ecuador (32).*

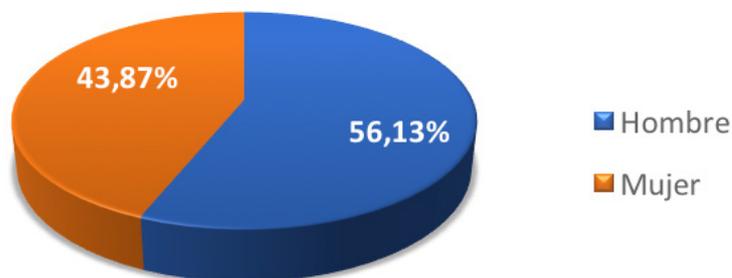
#### 3.1. Restricciones en el mercado laboral

Según la Friedrich Ebert Stiftung de Ecuador, la edad es uno de los factores que llevan a la actividad económica informal por cuenta propia, así, el 72 % de los jóvenes empleados, lo hace en condiciones de empleo inadecuado; mientras que los jóvenes desempleados componen el 40,4 % del total de personas desempleadas.



*Fig. 1. Trabajo informal y edad.*  
 Fuente: Cuestionario.

La figura 1, demuestra que el 45,2 % de los trabajadores informales tiene una edad comprendida entre 29 y 65 años entre nacionales y extranjeros; el 43,9 % entre 18-29 años; esto significa, que los segmentos identificados aún se encontrarían en una edad productiva pero que no han podido acceder al mercado laboral formal por diferentes causas.



*Fig. 2. Sexo de los Trabajadores Informales.*  
 Fuente: Cuestionario.

La figura 2, indica que el 56 % que se encuentra en el sector informal por cuenta propia y el 44 % corresponde al sexo femenino, comportamiento diferente a la década anterior que según De Soto, (1992) indica que, a causa del crecimiento de la población activa, existe mayor participación de las mujeres en el empleo formal e informal, incremento del éxodo hacia las ciudades y disminución del empleo en la economía formal.

En la década de los noventa, las mujeres que más participaban de la actividad económica están en las edades comprendidas entre 35 y 39 años, edad en la que la mayoría tenía obligaciones familiares, en 1993 el 45 % de las mujeres se integra al campo laboral informal y el 38 % de hombres trabajan en el sector informal urbano. La mayoría de los hombres con bajo nivel

educacional en relación a las mujeres, el sector de actividad de las mujeres era: comerciantes, trabajadoras domésticas, artesanas y obreras (32).

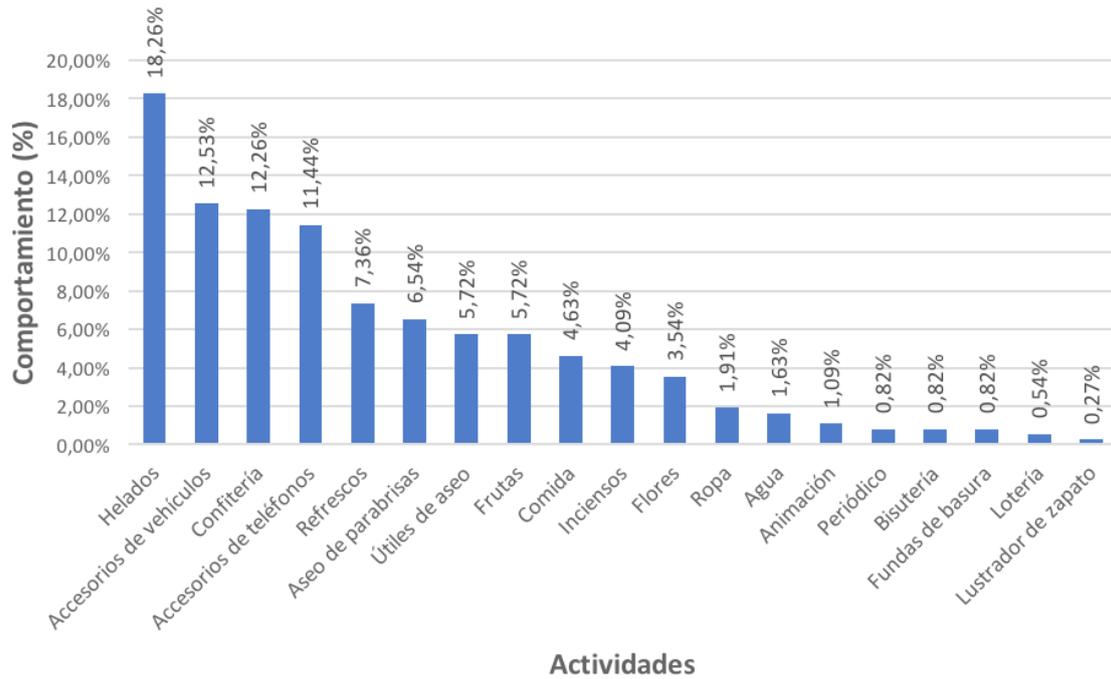


Fig. 3. Actividades del trabajo informal.  
Fuente: Cuestionario.

La figura 3, evidencia las principales actividades de la economía informal (cuenta propia), en la cual el 18,26 % del sector informal vende helados, el 12,53 % se dedica a la venta de accesorios de vehículos, el 12,26% vende confitería, el 11,44 % se dedica a la venta de accesorios de teléfonos.

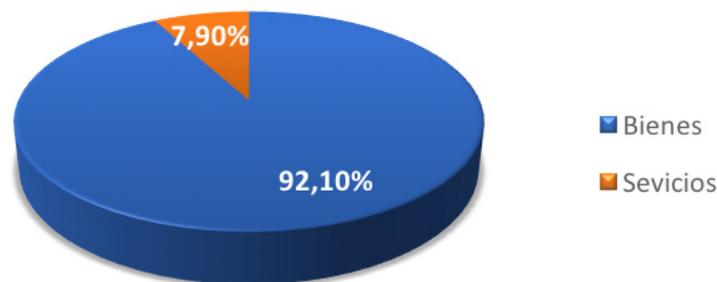


Fig. 4. Sectores Económicos.  
Fuente: Cuestionario.

La figura 4, demuestra que el segmento de la economía informal comercializa bienes en un 92,1 % mientras que el 7,9 % realizar la economía informal en el sector servicios.

### 3.2. Inmigrantes

La figura 5 corresponde a la presencia de extranjeros en el segmento de la economía informal por cuenta propia.

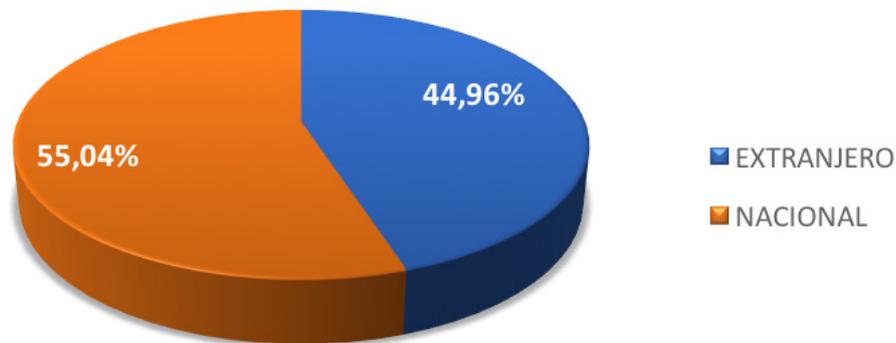


Fig. 5. Origen.  
Fuente: Cuestionario.

La figura 5, demuestra que, en la economía informal por cuenta propia, se encuentran: el 44,96% son extranjeros y el 55,04% son nacionales. Como se observa el porcentaje de extranjeros es casi igual al porcentaje de los individuos que realizan actividades informales que son nacionales.

### 3.3. Propuesta

Andrade y Torres realizan en sus conclusiones de investigación, una propuesta de tres medidas urgentes y realizables: reducción de tramitología, reducción simplificación de la cantidad de impuestos y un análisis costo beneficio (33).

La reducción de la tramitología reduce el poder de los funcionarios públicos y reduce los incentivos a la corrupción trayendo de esta manera a más individuos a formar empresas en el sector formal; la reducción y simplificación de la cantidad de impuestos, debido a en Ecuador existe más de 60 tipos de impuestos y tasas que no generan beneficios legales, su complejidad da lugar a que personas naturales y jurídicas evadan o sobornen a las autoridades para evitar pagarlos; y el desarrollo de incentivos positivos y de penalizaciones severas y ejecutables para que los individuos se motiven a incursionarse en la economía formal y se desmotive el ingreso a la economía informal.

Las medidas propuestas requieren de un análisis costo/beneficios observando la importancia del sector informal en la economía del mercado. Se propone que se realicen investigaciones posteriores en la economía informal y se reduzcan la cantidad de trámites y procesos para el pago de tributos.

Crear estrategias a la formalización, a través del gobierno, a través de la reducción de costos, tales como: eliminar exigencias de trámites para formación de micro o pequeñas empresas; reducir plazos en la creación de estas, eliminando trámites y proyectándose a un sistema que integre todos los trámites y procesos en una ventanilla única. Informar los beneficios para

atraer a los empresarios informales al sector formal (beneficios sociales, beneficios familiares, sentimiento de cumplimiento con las obligaciones fiscales, mejorar su entorno de negocio; además genera beneficios en los pilares fundamentales para el desarrollo sostenible y sustentable de una empresa, de esa manera se incentiva a formar una cultura empresarial.

#### 4. Conclusiones

El trabajo expuesto contiene las causas de la economía informal en la ciudad de Riobamba y relaciona con otros trabajos de investigación empírica realizados en Ecuador y otros países. Debido a que este sector de la economía informal constituye una preocupación de las autoridades locales.

Entre las causas de la economía informal están las cargas impositivas, que, analizados desde el punto de vista del individuo, su percepción es: si son justos los impuestos, que beneficios tienen y analiza la diferencia de sus ingresos y el pago de tributos si realmente esto le conviene. A ello, se debe el desconocimiento de los trámites legales para el funcionamiento de empresas y emprendimientos. La cultura de evasión, no pagar al fisco los impuestos, bajo la creencia que no se ven resultados en el país, el sentirse beneficiario de los impuestos pagados en beneficio de su ciudad, hace que se generalice esta cultura de evasión.

Otra causa, son las restricciones en el mercado laboral, donde prima la experiencia, títulos, idiomas y la edad; en los resultados de la investigación en individuos que realizan actividades informales nacionales y extranjeras el 45,2 % tiene una edad comprenda entre 29 y 65 años; el 43,9 % están en las edades de 18-29. Significa que aún se encuentran en una edad productiva, muchos de ellos no han encontrado trabajo formal debido a la ausencia de empresas en la ciudad y a otros factores como el origen de las personas y la falta de documentos para hacerlo. Las restricciones en el mercado laboral influyen significativamente en el tamaño de la economía informal, debido a las exigencias de la oferta laboral en el empleo del sector formal, actualmente los requisitos para conseguir el empleo son extensos, además el costo de seguir una carrera universitaria, la dedicación y el tiempo para obtener un título dependen de la motivación salarial, de esta manera los individuos sienten motivados a realizar un esfuerzo para prepararse académicamente y profesionalmente o simplemente dedicarse a las actividades de la economía informal y conseguir dinero rápidamente.

También es una causa el incremento de las instituciones públicas, como (juzgados, IESS, Municipios, Registro civil, etc), hace que los individuos esperen una oferta laboral en este sector económico, disminuyendo la generación de emprendimientos y empresas de producción o servicios, en consecuencias se incrementas las actividades de la economía informal. Además, incluye la tramitología que se debe realizar debido a la burocracia que se presentan en las instituciones públicas para acceder a un trámite en particular.

El incremento de la población inmigrante, y la falta de posibilidades en el mercado laboral, incrementa la economía informal.

Por otro lado, existe un consenso entre si son mayores los beneficios o los efectos de la economía informal. Los efectos positivos del sector informal es que satisface ciertas necesidades del mercado que no cubre la economía formal, genera riqueza, fuentes de trabajo y dinamiza la economía del mercado. Sus efectos negativos es la competencia desleal, evaden el pago

de tributos y evade beneficios legales de sus trabajadores y ellos mismos como las prestaciones del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Las consecuencias indirectas son menos vías, menos hospitales equipados y menos educación.

### **Conflicto de intereses**

Es importante resaltar si existen intereses particulares por parte del estado en la recaudación de impuestos, en las personas naturales y jurídicas para legalizar sus actividades informales y los bancos que son entidades financiadoras que les permitirá fomentar prestaciones para micro emprendimientos.

### **Bibliografía**

1. Fleming, M. Roman, J. y Farrel, G. (2000) *The Shadow Economy*, *Journal of International Affairs*, 3, No. 2. p.390.
2. Lippert, O. y Walker, M. (1997) *The Underground Economy: Global Evidences of its Size and Impact*, Vancouver, B>C>, The Frazer Institute.p.5.
3. Gonzalez, J. (2018) *Análisis del sector informal y su incidencia en el desarrollo económico 2015-2017*. P.1-2. Eumed.net, [Citado 24 enero -2019]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/sector-informal-ecuador.html>
4. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2015). *Reporte de Economía Laboral*. [Citado 24 enero -2019]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
5. *Reporte de Economía Laboral* (2018). [Citado 24 enero -2019]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Informe\\_Economia\\_laboral-sep17.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Informe_Economia_laboral-sep17.pdf)
6. Amartya, S. (2000) Desarrollo y Libertad. En A. Sen, *La Pobreza como privación de capacidades*, capítulo 4 en *Desarrollo y Libertad* (págs. 114-141). Buenos Aires: Planeta S.A.
7. Alkire, S. y Foster, J. (2007). *Recuento y medición Multidimensional de la Pobreza*. Documento de trabajo OPHI No.7.
8. OIT (2003). *Documento de las Tendencias Mundiales del Empleo*.p.3.
9. Pleitez, W. PNUD, 2008, Informe Nacional de Desarrollo Humano, El Salvador 2007-2008.
10. Tijerina, J, Medellín, A. (1990) *Análisis de difusión económica*. Documento de Investigación No. 7.
11. OIT (2003). Jacques Charmes, *Women and Men in the Informal Economy: A Statistical Picture*.
12. Gershi, E. y De Soto, H. (1987) *El otro sendero: la revolución informal*.
13. Martínez, R. 1999. Estrategias para sobrevivir. Inmigrantes en la venta ambulante. *Intervención Psicosocial*, 8 (2), 251-263.
14. PREALC (1988) *Programa mundial del empleo. Más allá de la regulación: El sector informal en América Latina*, Primera edición. pp:14-16.
15. Diamond, P., Mirrless, J. (1971) *Optimal Taxation and Public Production: I. Production Efficiency*. *American Economic Review*. Vol. 61, pp.: 8-27

16. Tanzi, V. (1983) *The underground economy*. Finance and Development. Vol. 20, No. 4. IMF. Washington, D. C. Vol. 20 N° 4.
17. Spiro, P. (1993) *Evidence of a Post-GST Increase in the Underground Economy*, *Canadian Tax Journal/Revue Fiscale Canadiense*, Vol. 41, No. 2. Pp. 247-258.p.255
18. Diario el Universo (2016) El comercio fue el más afectado tras el sismo de 7,8 en Ecuador. [20 enero 2019], Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/07/29/nota/5714052/comercio-fue-mas-afectado-tras-sismo-78>
19. Granda, C. y Feijoó, E. (2018) Reporte de economía laboral. Ecuador en cifras. [24 enero 2019], Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2018/Marzo-2018/Informe\\_Economia\\_laboral-mar18.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2018/Marzo-2018/Informe_Economia_laboral-mar18.pdf)
20. Schneider, F. y Enste, D. (2000) *Shadow Economies Around The World: Size, Causes and Consequences*, *Fiscal Affairs Department*, IMF Working. Paper 26.
21. OIT. Ginebra. 2003. Tendencias mundiales del empleo.
22. Jusidman, C. (1993) *El sector informal en México*. Secretaría de trabajo y prevención social “B”. México. pp.105
23. Pollack, M. y Jusidman, C (1997) El sector informal urbano, desde la perspectiva de género. Caso México. julio 1997. Disponible en: [http://www.bivica.org/upload/sector-informal\\_mexico.pdf](http://www.bivica.org/upload/sector-informal_mexico.pdf)
24. Hernández, G. (1997) *The structure and recent evolution of the labour force in México*. Documento de trabajo. ITAM.
25. Lasso, P. (2000). *El comercio informal; El comercio informal en países de América Latina*. Reporte de investigación Academia Consumidor/Investigación de Mercados. ITESO; Año IV, Epoca1, Número 16, marzo de 2000.
26. Stalker, P. (1994) *Trabajando juntos*, cap. ¿Porqué migra la gente?, en *The work of stranger*, OIT, Ginebra.
27. OIT (2010). El trabajo decente y la economía informal. *Informe VI Combatir la pobreza y la desigualdad: Cambio estructural, política social y condiciones políticas*. Ginebra.
28. Neck, R. Hofreither, M y Schneider, F. (1989) *The Consequences of Progresssives Income Taxation for the Shadow Economy: Some Theoretical Coniderations*, in *Boes, Dicter and Bernhand Ferderrer, The Political Economy of Progressive Taxation*, Heidelberg, Springer Publishing company, pp. 149-176.
29. Adam, M y Ginsbursh, V. (1985) *The effect of Irregular Markerts on Macroeconomic Policy: Some Estimates for Belglum*, *European Economic Review*, @9/1, pp. 15-33
30. Schneider, F. (1998) *Stellt das Anwachsen der Schawwarzarbeit eine wirtschafts politische Herausforderung dar? Einige Gedanker aus volkswirtschaftlicher Sicht*, *Linz Motteilungen des Instituts füsangewandte Wirshafstforrsshung (IAW)*, 1/98, S. 4-13.
31. Loyza, N. (1996) *The Economics of the Informal Sector: a Simple Model and Some Empirical Evidence from Latin América*, *Carnegie-Rochester Conference Series on public Policy* 45, pp. 129-162.
32. Pasos para formar una empresa en Ecuador, [26 enero 2019]. Disponible en <https://cuidatufuturo.com/pasos-crear-empresa-ecuador/>
33. De Soto, H. (1992) *El Otro Sendero*. ED. Sudamericana, Argentina

34. Andrade, N. y Torres, M. (2003) *La economía sumergida en el Ecuador: Tamaño, causas y consecuencias*. *Cuestiones Económicas*. Vol. 10 No. 2:3. [citado 24 enero 2019]; Disponible en: <http://repositorio.bce.ec:8080/bitstream/32000/220/1/IXX-II-02ANDRADE%20Y%20TORRES.pdf>

# ***Impacto financiero y la rotación de personal en las áreas de mercadeo y operaciones: Empresa Multinacional de venta de vacaciones prepagadas en el Ecuador***

*(Financial impact and the rotation of personnel in the marketing areas and operations: Multinational Company of sale of prepaid vacations in Ecuador)*

J. Viñán <sup>(1)\*</sup>, G. Miño <sup>(2)</sup>, J. Arias <sup>(3)</sup>, A. Viteri <sup>(4)</sup>

(1) ESPOCH Facultad de Administración de Empresas, janneth.vinan@esPOCH.edu.ec

(2) ESPOCH Facultad Mecánica, gloriamino@yahoo.es

(3) ESPOCH Facultad de Administración de Empresas, jorgehenry\_66@hotmail

(4) Decamerón, Talento Humano, andreviteri@hotmail.com

\* Correspondencia: 0995682084, janneth.vinan@esPOCH.edu.ec, JViñan

## **RESUMEN**

El talento humano es determinado como el aporte más valioso en toda empresa, principalmente en las empresas de servicio, por lo que uno de los principales retos es potenciar al talento, buscando estrategias que identifiquen las necesidades y motivaciones que permita brindar agrado, desarrollo profesional y personal a los colaboradores. La ineficaz motivación y el poco compromiso que posee el personal genera un impacto en la rotación de personal lo que se verá reflejado a nivel financiero de la compañía; se ha identificado que la continua y excesiva rotación de personal es perjudicial para el cumplimiento de los objetivos empresariales, así como los costos que se genera en los procesos de reclutamiento, selección, inducción, capacitación, entre otros; y también al momento de la desvinculación. El principal objetivo del estudio es determinar el impacto financiero de la rotación de personal de las áreas de mercadeo y operaciones en una Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Prepagadas en el Ecuador. Ya que la incertidumbre, inestabilidad, genera alta rotación en especial a los nuevos postulantes, y los antiguos trabajadores que reúnen de estabilidad para el cumplimiento de sus objetivos profesionales. En la rotación de personal

la organización debe incurrir en un conjunto de desembolso diarios obligatorios por Ley en la desvinculación del personal saliente además de los requeridos para el reclutamiento y contratación de quienes cubrirán las vacantes presentadas.

**Palabras Clave:** Talento humano, rotación de personal, costos, reclutamiento y contratación.

## **ABSTRACT**

Human talent is considered the most valuable contribution in every company, mainly in service companies, so one of the challenges is to maximize the talent looking for strategies to identify needs and motivations that allow provide gratified, professional development, personal. Ineffective motivation and commitment that has little staff has an impact on the turnover which will be reflected in financial terms, has been identified as the continued and excessive staff turnover is detrimental to the fulfillment of business objectives, as the costs generated in the process of recruitment, selection, induction, training, among others; and also at the time of termination. The main objective of the study is to determine the financial impact of staff turnover in the areas of marketing and operations in a multinational company selling

Prepaid Vacations in Ecuador. As uncertainty, instability, high turnover generated in particular to new applicants, and former employees who require stability for fulfilling their career goals. Turnover in the organization must incur a set of mandatory daily payout by law in the decoupling

of outgoing personnel other than those required for the recruitment and hiring of those who fill the vacancies presented.

**Keywords:** *human talent, turnover, recruiting and hiring costs.*

## 1. Introducción

La gestión del talento humano se orienta a la satisfacción, empoderamiento de los colaboradores desde el manejo de las herramientas de trabajo más usuales hasta la conformación de grupos de trabajo de alto rendimiento; de esta manera se harán personas competitivas en el mundo globalizado. El talento humano es considerado el aporte más valioso en toda empresa, principalmente en las empresas de servicio, por lo cual uno de los retos es potenciar al máximo al talento buscando estrategias que permitan identificar las necesidades y motivaciones que permita brindarles agrado, desarrollo profesional, personal. La ineficaz motivación y el poco compromiso que posee el personal genera un impacto en la rotación de personal lo que se verá reflejado a nivel financiero, se ha identificado que la rotación continua y excesiva de personal es perjudicial para el cumplimiento de los objetivos empresariales, así como los costos que se genera en los procesos de reclutamiento, selección, inducción, capacitación, entre otros; y también al momento de la desvinculación.

La rotación de personal es un problema que se ha convertido en una constante, debido a que ha presentado altos porcentajes de desvinculación de personal, lo que ha generado inestabilidad laboral en los colaboradores, y problemas para cubrir puestos vacantes en corto plazo, posiblemente debido a la baja remuneración y la necesidad de cumplir metas previamente establecidas; lo que ha provocado reclutamientos incorrectos, capacitaciones inconclusas, y adaptación en la adecuación al puesto.

Después de un análisis a los indicadores que se emplean mensualmente por el área de Recursos Humanos, se ha determinado que existe un alto índice de rotación en las áreas de Mercadeo y Operaciones.

Por lo que como parte de las estrategias de Gestión del Talento Humano (14), se ha establecido el análisis de rotación de personal en las áreas de estudio de la compañía, para la identificación del impacto financiero que genera la rotación de personal dentro de la compañía. La incertidumbre, inestabilidad, genera alta rotación en especial a los nuevos postulantes, y los antiguos trabajadores que requieren de estabilidad para el cumplimiento de sus objetivos profesionales.

En la rotación de personal la organización debe incurrir en un conjunto de desembolso diarios obligatorios por Ley en la desvinculación del personal saliente además de los requeridos para el reclutamiento y contratación de quienes cubrirán las vacantes presentadas.

Cabe recalcar que como lo ha considerado el autor (30), al ser una empresa de servicios, la personalización para el cliente juega un papel importante, ya que son los colaboradores de la compañía que darán el servicio requerido por los socios que son clientes frecuentes.

También es importante mantener a los colaboradores motivados y comprometidos con los objetivos de la organización, enfocando las prácticas de recursos humanos en la construcción de la motivación, el compromiso y el desarrollo de las personas en el grupo de talentos, con el fin de que la rotación de personal dentro de la compañía disminuya. Tal como manifiesta Arias Galicia (3) comenta que las organizaciones deben tener la capacidad para el desarrollo, administración de los quipos que posee y emplear el mejoramiento continuo Carvaja (13).

Los costos de la rotación del personal se pueden determinar con el seguimiento al proceso de la contratación, mantenimiento y desvinculación de un colaborador.

Adicional al impacto financiero, también se pueden identificar que la rotación de personal posee impacto en otros factores como el desempeño de los colaboradores y su clima laboral.

Por lo que es importante investigar cómo disminuir la rotación de personal, y motivar a los colaboradores para que continúen en la empresa de una manera comprometida y muy productiva.

En consecuencia, para los Directivos de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre Pagadas, es muy importante que se considere el comportamiento de la rotación de personal existente en las áreas operativas y mercadeo, debido a que esto representa un incremento significativo en los costos de la compañía y afectan a la rentabilidad de la misma. Por lo que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo reflejar los costos que actualmente se incurre como resultado de la rotación de personal demostrando que este fenómeno se convierte en un problema de productividad y rentabilidad para la empresa.

### *1.1. Antecedentes de la Investigación*

(10), en la investigación Factores que originan la Rotación de Personal en las Empresas Mexicanas, identifican los factores que originan la rotación de personal en las empresas mexicanas; la relación existente entre la rotación y la insatisfacción laboral; los impactos que genera la baja remuneración la selección incorrecta y la poca motivación en la rotación de personal.

Para entender mejor sobre el impacto económico financiero (15) que genera la rotación de personal, realizaremos un análisis de manera independiente, de los factores que intervienen para que se de esta afectación.

Se puede mencionar (16) también que como consecuencia del estudio antes señalado, se existen factores de importancia que motivan a generar la rotación como son:

- ✓ La selección incorrecta de personal, es un factor que motiva el aumento de la rotación de personal.
- ✓ La baja remuneración incrementa necesidad en el trabajador de buscar otro lugar de trabajo, lo que incide en la rotación del personal.
- ✓ La falta de interés del trabajador hace que las capacitaciones no tengan el éxito anhelado.

## **2. Materiales y Métodos**

### *2.1. Diseño de la Investigación*

Para el desarrollo de la presente investigación se realizará una investigación mixta, basada en los enfoques cuantitativo y cualitativo de acuerdo con lo manifestado por (1).

Cuantitativo.- con el fin de obtener información que permita identificar los procesos más importantes en la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas, mediante encuestas basadas en un método inductivo. En la investigación se trata de determinar la correlación entre variables y obtención de resultados objetivos orientado a resultados.

Cualitativo.- permitirá identificar la naturaleza del objeto de estudio y establecer las principales causas del problema Según el autor (2) mediante un método deductivo orientado a los procesos Operativos y Mercadeo de la compañía. La investigación de carácter cualitativo trata los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas.

### *2.2. Métodos de Investigación*

La presente investigación se realizará mediante técnicas lógicas como son los métodos inductivo y deductivo, razón por la que se utilizara la percepción del problema y un análisis de los datos recopilados para la formación de la hipótesis.

### *2.3. Método Inductivo Deductivo*

Parte de casos particulares que pasan a ser de conocimiento general, iniciando por la observación e identificación del problema, que en el caso de la presente investigación serán analizados los procesos de la Gestión de Talento Humano, para determinar las principales causas que generen la Rotación de Personal.

La deducción inicia con la observación de hechos particulares con el propósito de llegar a una conclusión directa. Para esta investigación el método deductivo iniciara con el análisis de todos los costos incurridos por la empresa para el talento humano, para determinar la conclusión final respecto a los que impactan directamente con la Rotación de Personal.

La etapa deductiva, en la cual las generalizaciones logradas mediante la inducción, se usan como premisas para la deducción de enunciados sobre las observaciones iniciales.

### *2.4. Población y Muestra*

La población actual (junio) es de 432 colaboradores entre las áreas Operativas y Mercadeo de la compañía, como lo vemos en la tabla 1:

*Tabla 1. Población a investigarse.*

AREA	COLABORADORES
OPERATIVA	99
MERCADEO	333



La muestra es determinada mediante la siguiente fórmula:

$n$  = es el número de elementos que conforman la muestra

$N$  = Población

$e$  = porcentaje de error en los resultados de la investigación social

La muestra fue determinada, a través de la Ec. (1.1).

$$n = \frac{N}{e^2(N-1)+1} \quad (1.1)$$

## 2.5. Técnicas de Investigación

### 2.5.1. Observación Directa

Mediante una visita a las áreas Operativas y de Mercadeo de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas, serán observados los procesos y el ambiente en el que los colaboradores desarrollan sus actividades laborales (17).

### 2.5.2. Encuesta

Para recopilar información como las necesidades y percepciones del personal, se aplicará una encuesta a la muestra conformada por las áreas Operativas y Mercadeo de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas (19).

### 2.5.3. Análisis de Documentos

Se analizará la información cuantitativa de informes y documentos de archivos correspondientes a la empresa, con el fin de analizar los procesos y resultados de la empresa con respecto a la Gestión del Talento Humano y Financiero. (20).

## 2.6. Metodología para el Tratamiento de Información

Se empleará la técnica de encuesta a la población conformada por el personal que es parte de áreas Operativas y Mercadeo.

Las fuentes secundarias serán utilizadas mediante el análisis de la diferente documentación de archivos y bibliografía del tema de estudio (21).

Los resultados de la información procesada serán demostrados mediante la utilización de tablas resumen y cuadros estadísticos, estableciendo relación entre las variables objeto de estudio.

## 2.7. Sistema de Variables

Según (4) en investigación existen dos tipos de variables:

### 2.7.1. Variable Independiente

Se considera como la característica que enfoca la causa que genera a la variable dependiente en el fenómeno estudiado.

Para la investigación se ha determinado como variable independiente a la “Rotación de Personal”

En esta variable podrá ser analizado las siguientes dimensiones como: contratación, motivación y desvinculación.

#### 2.7.2. *Variable Dependiente*

Es considerado como el efecto que se genera después del tratamiento en la variable independiente que requiere una medición.

En este caso la variable dependiente será el resultado obtenido del análisis del “Impacto Financiero”

#### 2.7.3. *Variable Moderadora*

Este tipo de variable se considera como de carácter cualitativo o cuantitativo que genera un efecto en la magnitud de la relación que existe entre una variable independiente o de perfil predictorio y la variable dependiente o generadora de criterio, los efectos que se generan se denominan como los de interacción (12).

En el desarrollo de la investigación este tipo de variable se conforma de las subvariables representadas por la Edad Sexo Función tiempo de servicio del encuestado (12).

#### 2.7.4. *Variable de Confusión*

Se considera como la tercera variable con carácter de mediadora que impacta de forma negativa a la relación que se genera entre la variable independiente y la dependiente, provocando en el investigador un análisis equivocado de los resultados mostrando la presencia de una correlación que se denomina como falsa produciendo un rechazo de un inadecuado de la hipótesis nula presentada (9).

En el desarrollo de la investigación este tipo de variable se identifica en las subvariables relacionadas con:

### 2.7.5. Operacionalización de las Variables

Tabla 2. Operacionalización de Variables.

VARIABLE	CON-CEPTO	DIEMEN-SIONES	CONCEPTO	INDICADORES	PREGUNTAS	OPCIONES DE RESPUESTA	
INDEPENDIENTE  <b>ROTACIÓN DE PERSONAL</b>  Es el movimiento de entrada y salida de personal en una compañía dentro de un período de tiempo			Contratación	Se refiere a la vinculación e integración de personal idóneo a la compañía	Número de personas contratadas	¿Considera usted que su proceso de selección y contratación cumplió con sus expectativas?  ¿Considera usted adecuada la inducción al cargo que la empresa le dio?	Sí  No
			Capacitación	Es toda actividad educativa de corto plazo que mediante un proceso, permite adquirir conocimientos y habilidades técnicas	Número de personas capacitadas	¿La empresa le brindó la capacitación necesaria para el desempeño de sus tareas?	No lo suficiente
			Desvinculaciones	Es la finalización de las relaciones laborales por efecto de diferentes acciones dadas por decisión propia del trabajador o los representantes de la compañía	Número de personas retiradas de la empresa	Por favor, indique si su desvinculación de la compañía obedece a los siguientes motivos: Mala relación laboral con su jefe inmediato superior  Mala relación laboral con sus compañeros de trabajo  Falta de oportunidades de desarrollo profesional y personal dentro de la Compañía	
DEPENDIENTE  <b>IMPACTO FINANCIERO</b>  <b>RESULTADOS</b>	Sera recopilado información de indicadores de los costos incurridos por la empresa, para la contratación, inducción, capacitación y desvinculación del personal, así como otros datos necesarios para el análisis respectivo						
						El margen de utilidad de la empresa fuera mayor si existiera menor rotación de personal	

Hipótesis	La rotación del personal de las áreas operativas y de mercadeo de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas en el Ecuador, impacta de forma directa en los resultados financieros de la empresa					
Objetivo General	Determinar el impacto financiero de la rotación de personal de las áreas de mercadeo y operaciones en una Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas en el Ecuador.					
VARIABLE	Definición	Dimensiones	Indicadores	Preguntas	Posibles respuestas	
CONFUSION	Relaciones interpersonales	Integridad	Nivel de integridad	¿Considera usted que el nivel de empatía al interior de la organización, influye en la rotación de personal?	Totalmente de acuerdo De acuerdo En desacuerdo	
		Comunicación	Nivel de comunicación	¿Un deficiente nivel de comunicación es considerado como un factor que genera rotación de personal	Totalmente de acuerdo De acuerdo En desacuerdo	
		Empatía	nivel de empatía	¿Considera usted que un deficiente nivel de empatía con las otras personas influye en la generación de rotación de personal?	Totalmente de acuerdo De acuerdo En desacuerdo	
				¿Se han desarrollado acciones que generen un mejor nivel de empatía en los equipos de trabajo?	Siempre Casi siempre Nunca	
MODERADORAS	Edad	Es el tiempo generado después del nacimiento obtenido después del nacimiento de un ser vivo.	Edad	# de personas por rango de edad	¿De las siguientes opciones cuál es su edad???	De 20 a 30 años De 31 a 35 años De 36 a 40 años Más de 41 años
	Sexo	Son las características particulares propias entre el masculino y femenino	Sexo	# de personas por sexo	De las siguientes opciones cuál es su sexo	Femenino Masculino
	Antigüedad	Es el tiempo que un trabajador ha entregado su esfuerzo conocimiento a la organización después de su ingreso.	Antigüedad	# de personas por rango de antigüedad	¿Cuál es el tiempo que ha laborado en la empresa?	1 a 2 años 2 a 3 años 3 a 4 años 4 a 5 años Más de 5 años

## 2.7.6. Validez y Confiabilidad de Instrumentos

### 2.7.6.1. Validez del instrumento de investigación

Según (7) los expertos pueden validar las diferencias de las categorías y si se cumplen, basándose en los criterios expuestos por Moriyama como guía para la construcción de cuestionarios y que son:

- Razonable y comprensible: claro entendimiento de las diferentes preguntas que evalúan el factor que se pretende medir.
- Sensible a variaciones en el factor a medir.
- Suposiciones justificables y razonables: validar si se justifica la utilización de cada una de las preguntas detalladas en el cuestionario.

- d. Componentes claramente definidos: confirmar si cada pregunta está definida claramente con el tema.

Las herramientas de investigación que serán aplicadas en esta investigación, serán validadas por jefes de área a quienes se consideran expertos en los temas a indagar, en este caso la investigación está dirigida al personal de Mercadeo y Operaciones de la empresa.

*Tabla 3. Validación según criterio de Moriyama.*

No	Valoración del cuestionario	Jefatura mercadeo	Jefatura operaciones 1	Jefatura operaciones 2	Jefatura operaciones 3	Jefatura operaciones 4	TOTAL	%
1	Las preguntas realizadas son sencillas de responder y claras en su contenido	4	4	4	4	4	20	100
2	Es fácil comprender las preguntas planteadas para el usuario	4	4	4	4	3	19	95
3	El contenido de las pregunta tienen relación con el tema de investigación	4	4	4	4	4	20	100
4	Las preguntas elaboradas son dirigidas a la investigación del clima organizacional en la empresa	4	3	4	4	4	19	95
5	El método de valoración de las preguntas es adecuado	4	4	4	4	4	20	100
6	Las preguntas planteadas facilitan la recopilación de la información requerida	4	4	4	4	3	19	95
Valoración del formulario								

### 2.7.6.2. Confiabilidad

Para validar la confiabilidad de los elementos a utilizar en la encuesta se utilizará el método Alfa de Cronbach, que es un instrumento estadístico que emplea un conjunto de preguntas que buscan una adecuada medición de carácter investigativo. (9)

El índice de Cronbach se calcula a través de la fórmula 1.2:

Dónde:

a = índice

$S_i$  = es la varianza de cada pregunta

$S_t$  = es la varianza de los valores totales

K = es el número de preguntas

$$a = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (1.2)$$

Se sugiere las siguientes recomendaciones para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

- Coeficiente alfa > 9 es excelente
- Coeficiente alfa > 8 y < 9 es bueno
- Coeficiente alfa > 7 y < 8 es aceptable
- Coeficiente alfa > 6 y < 7 es cuestionable
- Coeficiente alfa > 5 y < 6 es pobre
- Coeficiente alfa < 5 es inaceptable

El coeficiente permite realizar una matriz de correlaciones cuadradas y en las intersecciones los valores de los coeficientes que se generan entre las variables detalladas en filas y las variables en columnas, la correlación entre cada dos variables que forman un triángulo de variables duplicadas en la parte superior e inferior. Al coincidir las variables el valor del coeficiente será igual a 1.

Después del tratamiento de las preguntas que son parte del instrumento que se aplicó a los colaboradores entre las áreas Operativas y Mercadeo de la compañía se ha determinado que el cálculo del Alfa de Cronbach se estructura de la siguiente forma:

### Escala: Alfa de Cronbach

Tabla 4. Resumen del procesamiento de los casos.

		N	%
Casos	Válidos	204	96,2
	Excluidos <sup>a</sup>	8	3,8
	<b>Total</b>	212	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Tabla 5. Valor calculo Alfa de Cronbach.

Alfa de Cronbach	N elementos
<b>0,772</b>	8

Tras la aplicación del instrumento se muestra que el resultado tiene tendencia a 1 por lo cual tiene confiabilidad aceptable.

### 3. Discusión de Resultados

#### 3.1. Análisis y Resultados

##### 3.1.1. Procesamiento de información

### 1. ¿Considera usted que su proceso de selección y contratación cumplió con sus expectativas?

Tabla 6. Proceso de selección y contratación cumple con expectativas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	175	82,5	84,5	84,5
	No	32	15,1	15,5	100,0
	Total	207	97,6	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,4		
Total		212	100,0		

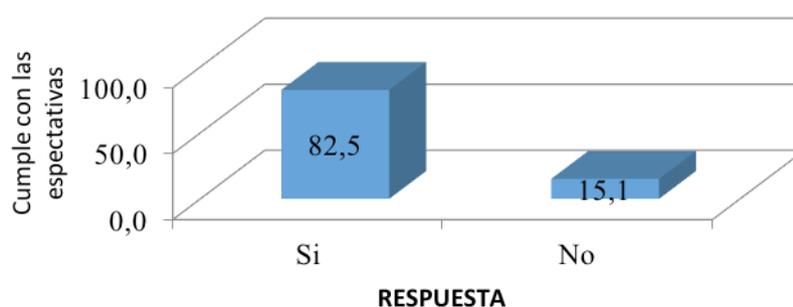


Fig. 1. Proceso de selección y contratación cumple con expectativas.  
Fuente: Investigación de campo.

**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal al levantar información sobre el proceso de selección y contratación se ha identificado que para el 82,5 % si cumplió sus expectativas y para el 15,1 % no llenó sus expectativas para el proceso de contratación.

**Interpretación:** Al analizar la información obtenida se ha identificado que la mayor parte de personal para el proceso de inducción y selección si cumplió con sus expectativas.

### 2. ¿Considera usted adecuada la inducción al cargo que la empresa le dio?

Tabla 7. Considera usted adecuada la inducción al cargo que la empresa le dio.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	166	78,3	80,2	80,2
	No	29	13,7	14,0	94,2
	No lo suficiente	12	5,7	5,8	100,0
	Total	207	97,6	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,4		
Total		212	100,0		

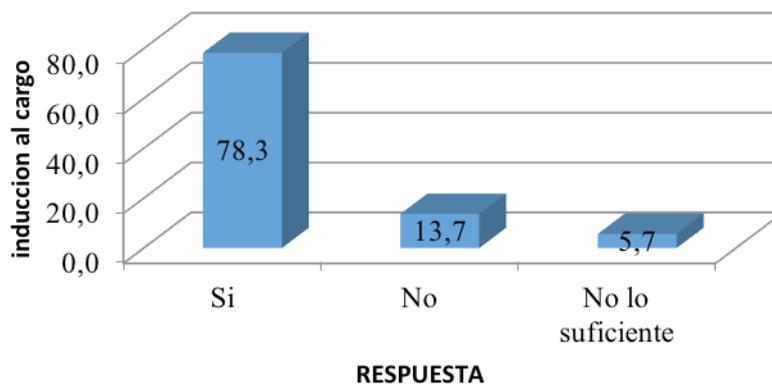


Fig. 2. Considera usted adecuada la inducción al cargo que la empresa le dio.  
Fuente: Investigación de campo.

**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal se muestra que el 78,3 % comenta que si es adecuada la inducción al cargo que la empresa le dio, mientras que el 13,7 % señalan que no es adecuado.

**Interpretación:** Con la información obtenida se ha identificado que la mayor parte de personal señala que la inducción al cargo que la empresa le dio poniendo en evidencia que al nuevo personal que ingresa si se le entrego la respectiva información sobre las funciones que debe cumplir como parte de sus responsabilidades.

### 3. ¿La empresa le brindó la capacitación necesaria para el desempeño de sus tareas?

Tabla 8. La empresa le entrega capacitación necesaria.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	166	78,3	80,2	80,2
	No	29	13,7	14,0	94,2
	No lo suficiente	12	5,7	5,8	100,0
	Total	207	97,6	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,4		
Total		212	100,0		

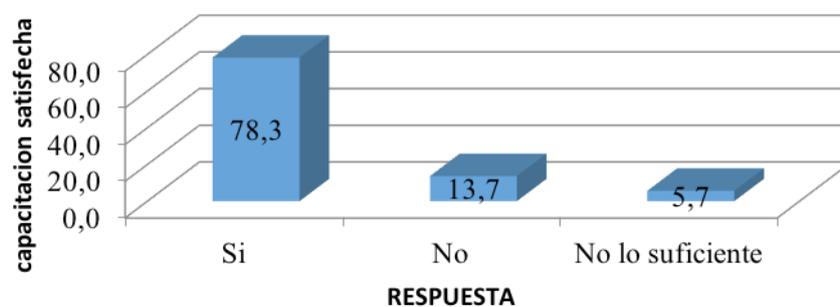


Fig. 3. La empresa le entrega capacitación necesaria.  
Fuente: Investigación de campo.

**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal al levantar información sobre la capacitación recibida que para el 78,3 % la empresa le entregó la capacitación necesaria y para el 13,7 % no para ellos les pareció inconclusas.

**Interpretación:** Se ha identificado que la mayor parte de personal si obtuvo la capacitación necesaria y las personas que no puede deberse a una falta de interés en las capacitaciones posible razón para no obtener el éxito anhelado.

#### 4. Por favor, indique si su desvinculación de la compañía obedece a los siguientes motivos:

##### Por la remuneración mensual recibida

Tabla 9. Remuneración recibida.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	19	9,0	9,2	9,2
	No	188	88,7	90,8	100,0
	Total	207	97,6	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,4		
Total		212	100,0		

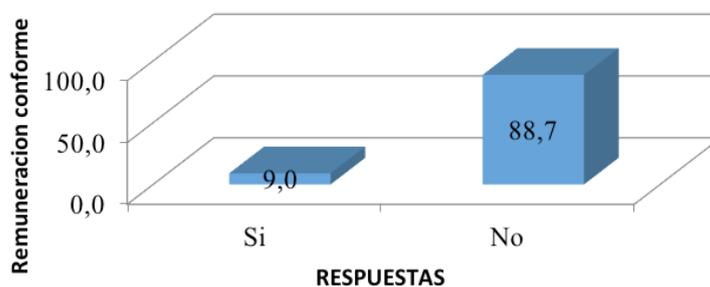


Fig. 4. Remuneración recibida.  
Fuente: Investigación de campo.

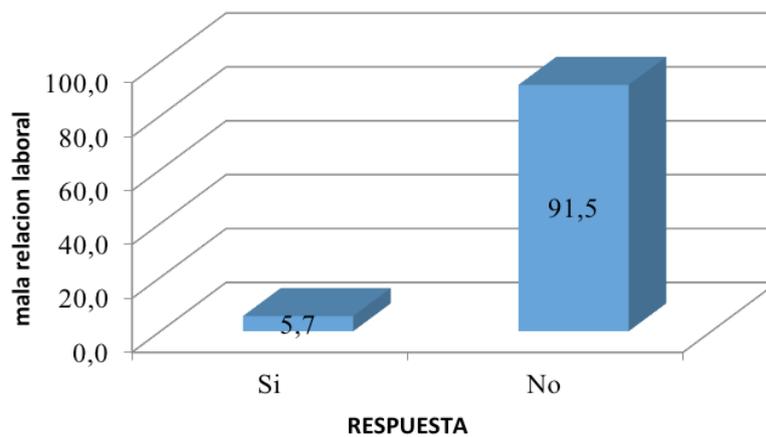
**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal al levantar información, se ha identificado que para el 88,7 % no está conforme con la remuneración y para el 9 % si está de acuerdo con la remuneración.

**Interpretación:** Al analizar la información obtenida se ha identificado que la mayor parte de personal no está de acuerdo debido a la baja remuneración recibida.

##### Mala relación laboral con su jefe inmediato superior

Tabla 10. Mala relación laboral jefe inmediato.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	12	5,7	5,8	5,8
	No	194	91,5	94,2	100,0
	Total	206	97,2	100,0	
Perdidos	Sistema	6	2,8		
Total		212	100,0		



*Fig. 5. Mala relación laboral jefe inmediato.*  
*Fuente: Investigación de campo.*

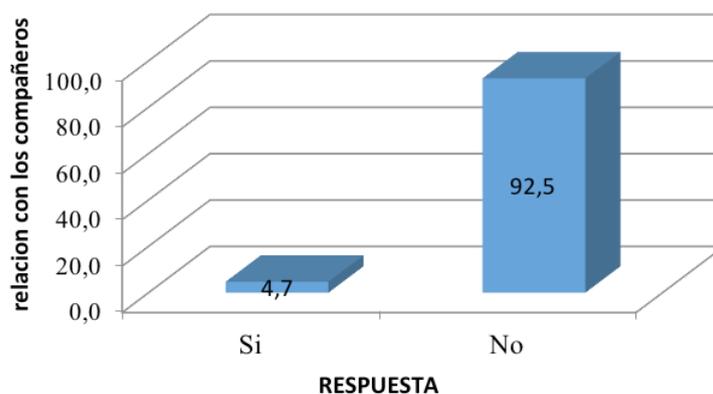
**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal al levantar información se ha identificado que para el 91,5 % no tiene una mala relación con su jefe y para el 5,7 % sí.

**Interpretación:** Se ha evidenciado que la mayor parte de personal se siente motivado con el liderazgo de su jefe inmediato.

### Mala relación laboral con sus compañeros de trabajo

*Tabla 10. Mala relación laboral con sus compañeros.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	10	4,7	4,9	4,9
	No	196	92,5	95,1	100,0
	Total	206	97,2	100,0	
Perdidos	Sistema	6	2,8		
Total		212	100,0		



*Fig. 6. Representación gráfica de lamala relación laboral con sus compañeros.*

**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal

al levantar información se ha identificado que el 92,5 % no tiene una mala relación entre compañeros de trabajo, el tipo de relaciones humanas dentro de la organización y el ambiente laboral es agradable para el 4,7 % si es mala su relación laboral entre compañeros.

**Interpretación:** Al verificar la información obtenida se ha identificado que la mayor parte de personal tiene una buena relación laboral formándose un ambiente agradable con buenas condiciones para formar un buen equipo de trabajo.

### Falta de oportunidades de desarrollo profesional y personal dentro de la Compañía

Tabla 11. Falta de oportunidades de desarrollo en la empresa.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	2	0,9	1,0	1,0
	No	205	96,7	99,0	100,0
	Total	207	97,6	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,4		
Total		212	100,0		

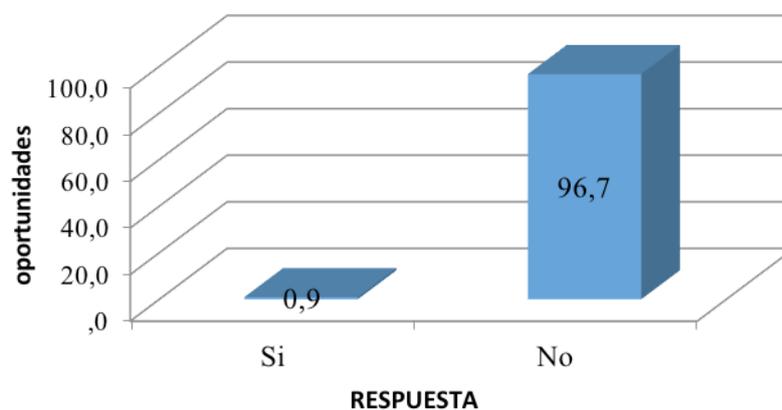


Fig. 7. Falta de oportunidades de desarrollo en la empresa.  
Fuente: Investigación de campo.

**Análisis:** Tras el procesamiento de la información que se obtuvo de la muestra del personal al levantar información se ha identificado que para el 96,7 % la falta de oportunidades dentro de la empresa no afecta en su desarrollo laboral y para el 0,9 % si siente la falta de oportunidades.

**Interpretación:** Se ha identificado que no existe la falta de oportunidades en el crecimiento profesional de la empresa y no afecta este factor en la organización.

#### 3.1.2. Análisis del impacto financiero en relación a la Rotación de Personal

Según la información proporcionada por el área financiera de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas se va a presentar un informe sobre el comportamiento de los costos primarios, secundarios, terciarios que se generan sobre la presencia de la rotación de personal en un periodo comprendido entre 2012 y marzo del 2014 los cuales se muestran de la siguiente forma:

### Costos primarios de rotación de personal

- Reclutamiento y selección
- Registro y documentación
- Costos de ingreso
- Costos de desvinculación

### Costos secundarios de rotación de personal

- Efectos en las operaciones
- Efectos en la actitud del personal

### Costos Terciarios de rotación de personal

- Costos de inversión extra

#### 3.1.1.1. Balance de Ingresos y Gastos 2012 – 2014

Tabla 12. Balance de Ingresos y Gastos 2012 – 2014.

RUBROS	2012	%	2013	%	2014	%
<b>INGRESOS</b>	50 680,00	100,00	217 728,00	100,00	489 400,00	100,00
Venta de paquetes promocionales	50 680,00	100,00	227 728,00	100,00	450 990,00	76,00
Otros ingresos	0,00	0,00	0,00	0,00	89 450,00	29,00
<b>EGRESOS</b>	269 593,71	100,00	177 490,60	100,00	398 749,90	100,00
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	242 873,71		131 374,46		196 410,45	
Materia Prima	30 065,71	37,40	50 625,74	22,93	95 995,80	34,37
Mano de Obra Directa	18 623,00	32,99	76 650,12	35,73	76 205,20	25,88
Costos Indirectos de Operaciones	194 185,00	4,45	4 098,60	2,97	24 209,45	8,74
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>5 985,00</b>		<b>43 896,14</b>		<b>196 410,45</b>	
Gastos Remuneraciones	5 500,00	9,20	42 556,14	29,44	48 209,45	19,33
Suministros y materiales	265,00	0,45	760,00	0,47	1 890,00	0,77
Suministros de Aseo y Limpieza	220,00	0,25	580,00	0,29	1 956,00	0,36
Gastos de Servicios Básicos	295,00	0,43	880,00	0,43	2 083,00	0,62
<b>GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN</b>	<b>20 735,00</b>		<b>2 220,00</b>		<b>5 929,00</b>	
Gasto Remuneraciones	20 520,00	20,08	48 844,90	27,99	60 098,90	18,73
Gasto de Publicidad y Marketing	215,00	0,26	963,00	0,49	6 599,00	2,72
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>0,00</b>		<b>58,50</b>		<b>9 400,00</b>	
Intereses Bancarios	0,00	0,00	0,00	0,00	8 950,00	3,42
Otros Gastos Bancarios	0,00	0,00	58,50	0,09	450,00	0,12
<b>INGRESO O PERDIDA</b>	-218 913,71		40 237,40		90 650,10	
<b>TOTAL COSTOS DE PERSONAL</b>	449 103,71	60,20	223 565,34	86,71	469 212,80	87,79

RUBROS	2012	2013	2014
<b>INGRESOS</b>	50 680,00	217 728,00	489 400,00
<b>EGRESOS</b>	269 593,71	177 490,60	398 749,90
<b>TOTAL</b>	-218 913,71	40 237,40	90 650,10

Fuente: Investigación Documental.

Al analizar el comportamiento del balance de ingresos y gastos en el periodo 2012 – 2014, de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Prepagadas sucursal Quito se ha identificado que se existe un incremento en el volumen de ingresos, además de los egresos por lo cual se ha identificado que para el año 2012 la utilidad operativa es negativa porque el volumen de egresos es mayor sobre los ingresos.

En el año 2013 y el 2014 se ha identificado que ya existe la presencia de un volumen de utilidad razonable donde se muestra que la organización logro cumplir sus objetivos esperados además se debe comentar que en el año 2012 los costos de personal tienen una representatividad del 60,2 % para el 2013 es de 65,71 % y en el 2014 es de 67,79 %.

### 3.1.1.2. Resumen de la plantilla

Para el año 2012 se muestra que el grupo de colaboradores al inicio del periodo se conformó por 35 trabajadores en la sucursal de la ciudad de Quito conformado por 1 directivo, 2 administrativos, 12 colaboradores en el área de operación, 20 en el área de mercadeo donde al final del año existen 35 colaboradores evidenciando que no existe rotación de personal en ese año y ausencia de impacto negativo en la gestión financiera.

En el año 2013 se ha identificado que el grupo al inicio del periodo concentro a 35 colaboradores donde se registró 512 ingresos de nuevo personal, de la siguiente forma 180 personas en el área de operaciones, 332 en el área de mercadeo donde tras la finalización del año se muestra que el mismo personal que ingreso al final del año tuvo que salir de la organización poniendo en evidencia ya la presencia de rotación de personal.

En el año 2014 se muestra que el grupo de colaboradores al inicio del periodo fue de 35 colaboradores a través de la siguiente distribución 1 directivo, 2 administrativos, 12 colaboradores en el área de operación, 20 en el área de mercadeo además se identificó que existieron 960 nuevos ingresos donde 250 en el área de operación, 710 en mercadeo tras la finalización del año se muestra que el personal que ingreso al final tuvo que salir.

Al analizar el nivel de nuevos ingresos de personal, salidas en el periodo 2012- 2014 se muestra que a partir del 2013 ya existe la presencia de rotación de personal de igual forma para el año 2014 se incrementa esta tendencia lo cual es evidente que se desarrollen acciones para controlar las cifras de crecimiento de rotación de personal en la organización en el año 2012.

### 3.1.1.3. Motivos de salida

Tras la identificación de las tendencias de comportamiento de la rotación de personal al interior de la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas sucursal Quito se va a presentar los motivos que generaron la salida del personal.

*Tabla 13. Motivos de salida personal 2012 – 2014.*

<b>MOTIVOS DE SALIDA</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Terminación de Contrato	0	198	250
Mejores Condiciones Salariales	0	223	700
Muerte	0	0	0

Visto Bueno	0	90	8
Enfermedad	0	0	0
Incapacidad	0	1	0
Jubilación	0	0	0
Otros (Problemas Familiares)	0	0	2
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>512</b>	<b>960</b>

*Fuente: Investigación Documental.*

Al analizar los factores que han generado la rotación de personal entre el periodo 2012-2014 se muestra que:

En el año 2013, 198 personas salieron por terminación de contrato, 223 por mejores condiciones salariales, 90 por visto bueno, 1 por incapacidad por lo cual la cifra total es de 512 personas.

Para el año 2014, 250 colaboradores abandonaron la organización por terminación de contrato, 700 personas por la presencia de mejores condiciones salariales, 8 colaboradores como resultado del uso del visto bueno y 2 por otros problemas ya sean personales y familiares.

#### 3.1.1.4. Costos generados por la rotación de personal

*Tabla 14: Costos generados por la rotación de personal 2012 - 2014.*

<b>COSTOS</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Costos Primarios De Rotación De Personal</b>	<b>3 050,00</b>	<b>26 450,72</b>	<b>47 615,50</b>
Reclutamiento y Selección	400,00	3 500,00	7 500,00
Registro y Documentación	90,00	8 000,00	9 420,00
Costos de Ingreso	2 560,00	5 500,00	10 450,00
Costos de Desvinculación	0,00	9 450,72	20 245,50
<b>Costos Secundarios de Rotación de Personal</b>	<b>0,00</b>	<b>18 000,00</b>	<b>44 550,00</b>
Efectos En Las Operaciones	0,00	10 000,00	36 500,00
Efectos En La Actitud Del Personal	0,00	8 000,00	8 050,00
<b>Costos Terciarios De Rotación De Personal</b>	<b>0,00</b>	<b>6 000,00</b>	<b>11 000,00</b>
Costos De Inversión Extra	0,00	6 000,00	11 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>3 050,00</b>	<b>50 450,72</b>	<b>103 165,50</b>

*Fuente: Investigación Documental.*

*Tabla 15. Costos generales Empresa sucursal Quito 2012-2014.*

<b>RUBROS</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Ingresos	50 680,00	217 728,00	489 400,00
Egresos	3 050,00	50 450,72	103 165,50
Total	47 630,00	167 277,28	386 234,50

*Fuente. Investigación Documental.  
Elaborado por: Autores.*

Según la información obtenida a través de la tabla se muestra que en el año 2012 los costos primarios de la gestión del personal represento un valor de USD 3 050,00 donde abarca a los desembolsos desarrollados por concepto de reclutamiento y selección; registro y documentación; valores por ingreso de nuevo personal pero aún no se enfoca en los de rotación de personal porque aún no se registra este tipo de comportamiento.

Para el año 2013 se muestra que ya evidencia la presencia de rotación de personal donde sus costos equivalen a un valor de USD 50 450,72 donde se evidencia que los costos primarios por concepto de reclutamiento y selección; registro y documentación; valores por ingreso de nuevo personal tiene un valor de USD 26 450,72 con relación a los Costos secundarios su valor es de USD 18 000,00 y los terciarios de rotación de personal contempla un valor de USD 6 000,00 considerándose como un valor de inversión extra.

De igual forma para el año 2014 se ha identificado que los costos que la presencia de la rotación de personal genera tiene un valor de USD 103 165,50 donde los costos primarios de rotación de personal tienen un valor de USD 47 615,50 conformado por el concepto de reclutamiento y selección; registro y documentación; valores por ingreso de nuevo personal, posteriormente existen los costos secundarios de rotación de personal donde se muestra a los efectos en las operaciones, actitud del personal por un valor de USD 44 550,00 y finalmente se muestra a los Costos Terciarios con un valor de USD 103 165,50 donde tiene representación de la inversión extra.

A continuación, se muestra el comportamiento de los costos en el periodo 2012-2014 donde se refleja el incremento de los costos a través de la siguiente tabla:

*Tabla 16. Comportamiento de los costos en el periodo 2012-2014.*

<b>Año</b>	<b>Valor al inicial</b>	<b>Valor al final</b>	<b>% incremento</b>	<b>Aspecto relevante</b>
<b>2012</b>	-	3 050,00	-	Periodo de evaluación
<b>2013</b>	3 050,00	50 450,72	11,47 %	Leve incremento
<b>2014</b>	50 450,72	103 165,50	48,90 %	Alto incremento

*Fuente: Investigación Documental.*

En el año 2012 se muestra que no existe rotación de personal por ser el punto de partida de la evaluación, a partir del año 2013, se muestra un incremento de los costos generados por la presencia de rotación de personal representado por un valor de 11,47 % donde se considera como un incremento significativo pero a la vez genera una alta preocupación. Para el año 2014 se evidencia que se ha generado un incremento del 48,90 % lo cual pone en evidencia que existe un alto incremento de los costos como resultado del uso de mejores condiciones salariales aplicadas en el 2014.

A continuación se muestra los valores de carácter individual que se generaron en un periodo de un año donde no se evidencia la presencia de rotación de personal para luego evidenciar los respectivos cambios que se han ejecutado en la Empresa Multinacional de Venta de Vacaciones Pre pagadas sucursal Quito originando un alto impacto.

Tabla 17. Plantilla Corporación Venta de Vacaciones Prepagadas sucursal Quito (1 año sin rotación de personal).

NRO.	CARGO	# ROTACIÓN	SUELDO UNIFICADO	AUMENTOS	SUELDO ANUAL	COMISIONES	HORAS EXTRAS	INGRESOS	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	VACACIONES	FONDOS DE RESERVA	IESS PATRONAL	COSTOS DE SELECCIÓN	CAPACITACIONES	COSTOS DESVINCULACIÓN	PERDIDA PRODUCCIÓN	COSTOS PERSONAL
1	DIRECCION GENERAL	0	1 200,00	0,00	14 400,00		0,00	14 400,00	1 200,00	1 200,00	600,00	14 400,00	133,80	156,00		0,00	0,00	47 689,80
2	JEFE COMERCIAL	0	900,00	0,00	10 800,00		0,00	10 800,00	900,00	900,00	450,00	10 800,00	100,35	117,00		0,00	0,00	35 767,35
3	JEFE FINANCIERO	0	900,00	0,00	10 800,00		0,00	10 800,00	900,00	900,00	450,00	10 800,00	100,35	117,00	72,00	0,00	0,00	35 839,35
4	ENCARGADO DE COMPRAS	0	800,00	0,00	9 600,00		0,00	9 600,00	800,00	800,00	400,00	9 600,00	89,20	104,00	64,00	0,00	0,00	31 857,20
5	ENCARGADO DE LOGISTICA	0	800,00	0,00	9 600,00		0,00	9 600,00	800,00	800,00	400,00	9 600,00	89,20	104,00	64,00	0,00	0,00	31 857,20
6	ENCARGADO DE PLANIFICACION	0	800,00	0,00	9 600,00		0,00	9 600,00	800,00	800,00	400,00	9 600,00	89,20	104,00	64,00	0,00	0,00	31 857,20
7	VENDEDOR	0	450,00	0,00	5 400,00	6 048,00	0,00	5 400,00	450,00	450,00	225,00	5 400,00	50,18	58,50	36,00	0,00	0,00	23 967,68
8	VENDEDOR	0	450,00	0,00	5 400,00	6 048,00	0,00	5 400,00	450,00	450,00	225,00	5 400,00	50,18	58,50	36,00	0,00	0,00	23 967,68
	TOTAL		6 300,00		75 600,00	12 096,00	0,00	75 600,00	6 300,00	6 300,00	3 150,00	75 600,00	702,45	819,00	336,00	0,00	0,00	262 803,45

Fuente: Investigación Documental

Tabla 18. Plantilla Corporación Venta de Vacaciones Prepagadas sucursal Quito con cambios.

En este cuadro se puede apreciar el incremento de costos por la rotación de personal lo que incide en los costos generales que se generan como empresa

NRO.	CARGO	AREA	# ROTACIÓN	SUELDO UNIFICADO	AUMENTOS	SUELDO ANUAL	COMISIONES	HORAS EXTRAS	INGRESOS	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	VACACIONES	FONDOS DE RESERVA	IESS PATRONAL	COSTOS DE SELECCIÓN	CAPACITACIONES	COSTOS DESVINCULACIÓN	PERDIDA PRODUCCIÓN	COSTOS PERSONAL
1	DIRECCION GENERAL	DIRECCION	0	1 200,00	0	14 400,00		0	14 400,00	1 200,00	1 200,00	600,00	14 400,00	133,80	156,00	0,00	0,00	0,00	32 089,80
2	JEFE COMERCIAL	ADMINISTRATIVO	3	900,00	0	10 800,00		0	32 400,00	900,00	900,00	450,00	10 800,00	100,35	117,00	0,00	135,00	270,00	46 072,35
3	JEFE FINANCIERO	ADMINISTRATIVO	4	900,00	0	10 800,00		0	43 200,00	900,00	900,00	450,00	10 800,00	100,35	117,00	72,00	180,00	360,00	57 079,35
4	ENCARGADO DE COMPRAS	OPERACION	60	800,00	0	9 600,00		0	576 000,00	800,00	800,00	400,00	9 600,00	89,20	104,00	64,00	200,00	400,00	588 457,20
5	ENCARGADO DE LOGISTICA	OPERACION	60	800,00	0	9 600,00		0	576 000,00	800,00	800,00	400,00	9 600,00	89,20	104,00	64,00	120,00	240,00	588 217,20
6	ENCARGADO DE PLANIFICACION	OPERACION	60	800,00	0	9 600,00		0	576 000,00	800,00	800,00	400,00	9 600,00	89,20	104,00	64,00	80,00	160,00	588 097,20
7	VENDEDOR	MARKETING	166	450,00	0	5 400,00	6 048	0	896 400,00	450,00	450,00	225,00	5 400,00	50,18	58,50	36,00	135,00	270,00	903 474,68

Fuente: Investigación Documental.

#### 4. Conclusiones

Como conclusiones y que la investigación arroja se especifican a través del análisis y comparación de las preguntas establecidas, objetivos específicos y las conclusiones del resultado donde se presenta los siguientes resultados:

Al analizar, tratar la información obtenida se ha identificado que la mayor parte de personal no está de acuerdo debido a la baja remuneración recibida. La rotación de personal la organización debe incurrir en un conjunto de desembolso diarios obligatorios por Ley en la desvinculación del personal saliente demás de los requeridos para el reclutamiento y contratación de quienes cubrirán las vacantes presentadas.

Se maneja un mejor sueldo monetario y no monetario, existe calidad del clima laboral, manejan niveles de comunicación eficiente, la flexibilidad laboral es manejada adecuadamente con el personal, alineación al estilo de liderazgo.

#### Bibliografía

1. Albán Villacís, J. (Mayo de 2012). Metodología de la Investigación. Quito, Pichincha, Ecuador.
2. Arboleda, C. (11 de Junio de 2012). Programa de Maestría de Desarrollo de Talento Humano. *Análisis comparativo de la Evaluación de Potencial con otros sistemas de evaluación del desempeño*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar.
3. Arias Galicia, F. (2001). El compromiso personal hacia la organización y la intención de permanencia: algunos factores para su incremento. *Contaduría y Administración*, 200.
4. Becker, B. E., Huselid, M. A., & Ulrich, D. (2002). *El cuadro de mando de rrhh*. Barcelona: Gestion 2000.
5. Becker, B., Huselid, M., & Dave, U. (2000). *El cuadro de mando de rrhh*. Barcelona: Gestion.
6. Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación para la administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Mexico: Pearson.
7. Betanzos Días, N., & Paz Rodríguez, F. (2007). Análisis psicométrico del compromiso organizacional como variable actitudinal. *Anales de Psicología*, 207-2015.
8. Bohlander George, S. S. (2007). *Administración de Recursos Humanos* (14 ed. ed.). México D.F, México, México: Cengage Learning.
9. Brian E, B., Mark A, H., & Ulrich, D. (2002). *El Cuadro de Mando de Recursos Humanos*. Bareloona: Gestion 2000, S.A.
10. Brizius, J., & Campbell, M. (1991). *Getting results: A Guide for Government Accountability*. Washington: Council of Governors.
11. C. McKinsey Quarterly. (Agosto de 2010). *McKinsey & Company*. Recuperado el Noviembre de 2009, de Retaining key employees in times of change: [http://www.mckinsey.com/insights/organization/retaining\\_key\\_employees\\_in\\_times\\_of\\_change](http://www.mckinsey.com/insights/organization/retaining_key_employees_in_times_of_change)
12. Carranza, F., Maldonado, S., & Guillen, A. (2011). EL COMPROMISO ORGANIZACIONAL DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA. *REVISTA INTERNACIONAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS*, 11.

13. Carvajal, L. (18 de Enero de 2013). *Lizardo Carvajal*. Obtenido de Lizardo Carvajal: <http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
14. Castillo, J. (2006). *Administración de Personal: Un Enfoque hacia la Calidad*. Bogota: Ecoe Ediciones.
15. Cervera, J. (2002). *La Transición a las nuevas ISO 9000-2000 Y SU IMPLANTACION*. España: Diaz de Santos.
16. Chiang V, M., Núñez P, A., Martín, M., & Salazar B, M. (Julio de 2010). Compromiso del Trabajador hacia su organización y la relación con el Clima Organizacional: Un análisis de género y edad. *Panorama Socioeconómico*, 92-103.
17. Chiang Vega, M., Martín Rodrigo, M., & Nuñez Partido, A. (2010). *Relaciones entre el Clima Organizacional y la Satisfacción Laboral*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
18. Chiavenato, I. (2001). *Administración de Recursos Humanos* (5ta. ed.). Santa Fé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.
19. Chiavenato, I. (2009). *Comportamiento Organizacional*. Mexico: McGraw Hill.
20. Garcia Cruz, J., & Real Fernández, J. (26 de Julio de 2013). Confianza como consecuencia del compromiso percibido: Implicaciones sobre el aprendizaje y la innovación. *Cuadernos de Gestión Vol. 13*, 95-124.
21. García Jesús, S. R. (2004). *Fundamentos de Dirección y Gestión de Recursos Humanos*. España: Thomson.
22. Gibbs, E. L. (2011). *Economía de los recursos humanos en la práctica*. España: Antoni Bosch.
23. Hellriegel, D., Jackson, S. E., & Slocum, J. S. (2002). *Administración Un Enfoque Basado en Competencias* (9na. ed.). (P. De la Garza, & A. Gómez Ruiz, Edits.) Bogotá, Colombia: Thomson Editores.
24. Hernandez Sampieri, R. (2007). *Fundamentos de la metodología de la investigación*. México: MCGRAW-HILL.
25. Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.
26. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.
27. Hernandez, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico DF: McGraw Hill.
28. Hunt, J. (1993). *La Dirección de Personal en la Empresa*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.
29. Idalberto, C. (2000). *Administración de Recursos Humanos* (5ta. ed.). Santa Fé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.
30. Idalberto, C. (2000). *Administración de Recursos Humanos*. Colombia: Mc Graw Hill.
31. Sagi, L., & Vela, G. (2011). *Gestión por competencias*. Madrid: Esic.
32. Sampieri Roberto Hernández, F. C. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta. ed. ed.). México D.F., México, México: McGraw-Hill.

33. Viteri, D.(2016) Impacto Financiero De La Rotación De Personal En Las Áreas De Mercadeo Y Operaciones De Una Empresa Multinacional De Venta De Vacaciones Pre Pagadas En El Ecuador, Tesis Repositorio UTE.
34. W. Moulton. (Febrero de 2015). KompeDisc. *Psigma Corp.*
35. Werther William B., D. J. (2003). *Administración de Personal y Recursos Humanos* (5ta. ed. ed.). México, México, México: Mc Graw Hill.
36. Werther, D. y. (1995). *Administración de personal y recursos humanos*. McGraw-Hill Interamericana.
37. Williams, M., Unrau, Y., & Grinnell, Y. (2005). *The qualitative research approach*. Nueva York: Oxford University Press.

# *Innovación en Ecuador: un enfoque espacial*

*(Innovation in Ecuador: a spatial approach)*

V. Morales<sup>(1)\*</sup>, B. Morales<sup>(2)</sup>

(1) Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

(1) Subgerencia de Analítica de Datos, Banco Solidario

(1) Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador

(2) Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel: 0998598017, E-mail: victor.morales@uv.cl (V, Morales-Oñate)

## **RESUMEN**

Este trabajo explora la distribución espacial del éxito innovador de las empresas en Ecuador entre 2012 y 2014. Los datos cuentan con una muestra de 6275 empresas con representatividad provincial. En base a esta información, los objetivos que persigue esta investigación están orientados a i) establecer si existe o no relaciones espaciales en las provincias del Ecuador y ii) resaltar políticas estatales que contribuyan a la innovación. Los resultados muestran que existe influencia espacial en el éxito innovador. Asimismo, el modelo planteado sugiere políticas orientadas a la innovación mediante apoyo del Gobierno así como financiamiento por parte de la banca privada.

**Palabras clave:** *Spillovers espaciales, Modelo espacial autorregresivo, Modelo de error espacial, Modelo espacial de Durbin.*

## **ABSTRACT**

This paper explores the spatial distribution of the innovative success of companies in Ecuador between 2012 and 2014. The data has a sample of 6275 companies with provincial representation. Based on this information, the objectives pursued by this research are aimed at i) establishing whether or not there are spatial relationships in the provinces of Ecuador and ii) highlighting state policies that contribute to innovation. The results show that there is a spatial influence on innovative success. Likewise, the proposed model suggests policies oriented towards innovation through government support as well as financing from private banks.

**Key words:** *Spatial spillovers, Spatial autoregressive model, Spatial Error Model, Spatial Durbin Model.*

## **1. Introducción**

La innovación, vista desde una perspectiva espacial, es de gran interés en la actualidad. Uno de los elementos que ayuda a dilucidar las relaciones espaciales es la distribución espacial. Este trabajo se enfoca en el *output* innovador en las provincias del Ecuador. Específicamente, este trabajo estudia el porcentaje de empresas que tuvieron innovaciones exitosas en el período 2012-2014. Además de la exploración descriptiva, también se ajustan modelos econométricos que toman en cuenta la dependencia espacial entre las provincias del Ecuador. Los modelos estimados son: modelo de mínimos cuadrados ordinarios (OLS), modelo espacial autorregresivo (SAR), modelo con error espacial (SEM) y modelo de Durbin espacial (SDM).

El estudio de la innovación desde una perspectiva espacial no es nuevo, pero sigue vibrante en la investigación de la innovación. (13) construye modelos econométricos espaciales estáticos y dinámicos para analizar las relaciones entre el desempeño regional de la innovación. Su estudio empírico se centra en 31 regiones de China entre el 2006 y el 2015 y tiene por objetivo el análisis de la relación espacial en el rendimiento innovador espacial del sistema Industria-Universidad-Instituciones de Investigación (IUR por sus siglas en inglés). Las herramientas econométricas que apoyan sus conclusiones son los modelos SAR y SEM para paneles de datos. Concluyen argumentando en favor de una mayor inversión en investigación y desarrollo, así como encontrando *spillovers* positivos respecto al empleo y al capital.

En (7) también se explora la distribución espacial de las actividades vinculadas a la innovación, pero su principal objetivo es el estudio de *spillover* tecnológicos. Para este objetivo usan la función  $I_i = RD_i^{\delta_1} D_{1i}^{\delta_2} e_i$  donde  $I$  es el output innovador,  $\$RD\$$  es el gasto en investigación y desarrollo,  $Z_1$  es un vector de controles y  $e$  es un error estocástico.  $i$  indexa las 138 regiones de 17 países de Europa entre 1978 y 1997. La herramienta econométrica que sustenta sus conclusiones no usa una perspectiva *estrictamente* espacial. Optan por la especificación de una matriz de pesos que denota los *links* entre regiones para capturar el efecto espacial y la estimación de sus resultados es mediante mínimos cuadrados ordinarios.

Autores como (14) exploran los patrones que se forman en la triplete industria-universidad-investigación. Le apuestan a una postura cualitativa donde proponen tres elementos para la construcción y desarrollo de la innovación. En primer lugar, sostienen que los profesores deben tener dos perfiles simultáneamente, uno desde el aporte teórico a los problemas de las industrias, y otro como apoyo desde el punto de vista tecnológico. En segundo lugar, proponen educar y entrenar a los estudiantes en las destrezas necesarias para innovar. Esto es, mediante la participación activa de los estudiantes en los proyectos que necesitan implementar las empresas, siendo guiados por los empresarios y sus profesores. Finalmente, las empresas materializan los proyectos de innovación en procesos o productos en sus respectivos campos de acción.

El rol que cumplen los sistemas regionales de innovación es cada vez más notorio en la literatura. (12) es un libro dedicado casi enteramente al tema. Por un lado, las aglomeraciones regionales se dan por factores como: recursos naturales, costes de transporte, intensidad de trabajo calificado, conocimiento científico, entre otras. Todos estos elementos apuntan a una mayor concentración de las actividades de innovación e investigación y desarrollo donde el rol del *espacio* no pasa desapercibido. Por otro lado, casos como los estudiados por (2) en Sudáfrica muestran un efecto inverso. Es decir, la falta de sistemas regionales desconcentrados ha resultado en la disminución de la calidad de vida del sector rural. Esto debido a que las industrias tradicionales, intensivas en mano de obra, han disminuido su participación en la economía ante una industria de servicios creciente, pero no equiparable aún en términos de mano de obra.

Este trabajo muestra evidencia espacial de las relaciones de innovación en las provincias del Ecuador. La siguiente sección presenta los modelos espaciales que se usan para tales fines. Luego, se describen los datos y la aplicación de los modelos al caso ecuatoriano. Finalmente, se presentan las conclusiones y posibles desarrollos posteriores.

En términos de la modelización, la especificación del modelo espacial es de particular interés. La elección suele reducirse entre un modelo espacial autorregresivo (SAR), o un modelo con errores espaciales (SEM). Asimismo, este trabajo usa el software R para los cálculos,

específicamente, usa el paquete (6). A continuación, se describen brevemente los modelos estimados.

### 1.1. Modelo SAR

Los modelos espaciales autorregresivos SAR (por sus siglas en inglés) son modelos de la forma (1;5;6):

$$y = \rho W y + X \beta + \epsilon \quad (1)$$

Se puede apreciar que la dependencia espacial es modelada de forma *similar* al enfoque de series de tiempo. La presencia del término  $W y$  induce una correlación distinta de cero con el término de error, similar a la presencia de una variable endógena, pero diferente del contexto de la serie temporal. Contrariamente a las series de tiempo,  $[W y]_i$  siempre se correlaciona con  $\epsilon_i$  independientemente de la estructura de los errores. Esto implica que las estimaciones de MCO en el modelo no espacial serán sesgadas e inconsistentes.

### 1.2. Modelo SEM

El modelo SEM es un modelo de la forma (1;5;6):

$$y = X \beta + u \quad (2)$$

donde  $u = \lambda W u + e$ .  $u$  se considera como una variable no observada y podría estar anidada en  $e$ . Se podría dar, por lo tanto, que la variable latente  $u$  siga un proceso autorregresivo espacial

$$u = \lambda W u + e u = (I_n - \lambda W)^{-1} e$$

donde  $e \sim N(0, \sigma^2 I_n)$  es un vector de perturbaciones,  $W$  es la matriz espacial de pesos, y  $\lambda$  es un parámetro escalar. Dado que los modelos SEM no involucran rezagos espaciales de la variable dependiente, los  $\beta$  estimados se pueden interpretar como derivadas parciales

$$\beta_k = \frac{\delta y_i}{\delta x_{ik}} \quad \forall i, k \quad (3)$$

donde  $i$  indexa observaciones y  $k$  las variables explicativas.

### 1.3. Modelo espacial de Durbin

Un modelo que se puede considerar como una extensión del modelo SEM es el modelo espacial de Durbin

$$y = \alpha + \rho W y + X \beta + W X \theta + e \quad (4)$$

Se puede apreciar que el modelo de Durbin es una generalización de los modelos SAR y SEM porque si  $\theta = 0$  tenemos un modelo SAR, si  $\theta = \rho \beta$ , se tiene un modelo SEM.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Datos

La Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (AI) 2012-2014 contiene una muestra total de 6275 empresas cuyo diseño muestral permite una estimación confiable de indicadores con desagregación provincial y sector económico (Minas y canteras, Manufactura, Servicios, Comercio) (3). Las variables utilizadas en este estudio son:

- exitoso: Porcentaje de innovaciones exitosas. Igual a 1 cuando la innovación se realiza en procesos y productos.
- actipor: Innovación interna. Valor destinado hacia actividades de investigación y desarrollo al interior de la empresa
- ImasD: Porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de Investigación y Desarrollo.
- IngDis: Porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de Ingeniería y Diseño.
- Capa: Porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de Capacitación.
- Asistec: Porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de Asistencia Técnica.
- Info: Porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de Información.
- Pruebas: Porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de Pruebas de Productos.
- Público: Porcentaje de gasto en Investigación y Desarrollo financiado por el Gobierno sobre el total de gasto en I+D.
- Apoyo: Monto de apoyo no reembolsable en Investigación y Desarrollo.
- Financiero: Promedio de financiamiento realizado por la Banca Privada.
- GDPP: Logaritmo del valor agregado bruto.

Todo el procesamiento estadístico se realizó en el software estadístico R (9) y los modelos espaciales se estimaron con el paquete (10). La primera de las variables del listado anterior constituye el output innovador de interés, los demás son controles de los diferentes modelos para explorar la relación espacial subyacente.

No se puede apreciar claramente una distribución normal en la variable de estudio. No obstante, el valor de la prueba de normalidad de shapiro es  $p = 0.561$ , indicando que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

En términos espaciales, la figura 1 muestra la distribución de la variable de estudio para el período analizado<sup>1</sup>.

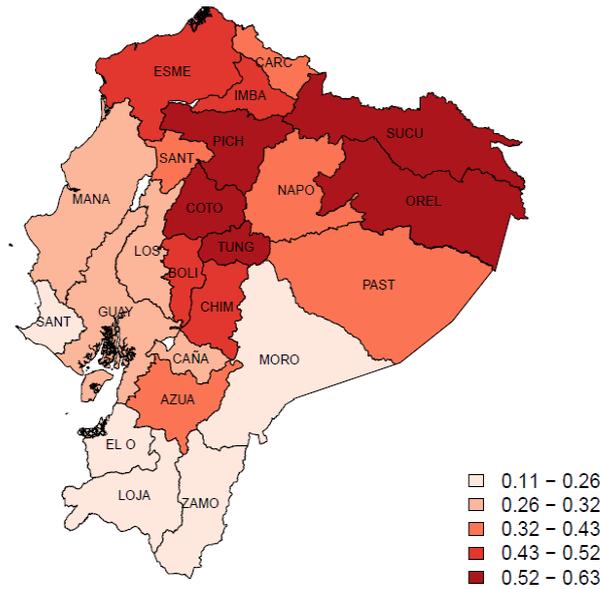


Fig. 1. Distribución espacial del porcentaje de éxito en innovación por provincia. (AZ: Azuay, BO: Bolívar, CR: Cañar, CA: Carchi, CO: Cotopaxi, CH: Chimborazo, EL: El Oro, ES: Esmeraldas, GU: Guayas, IM: Imbabura, LO: Loja, LR: Los Ríos, MA: Manabí, MO: Morona Santiago, NA: Napo, PA: Pastaza, PI: Pichincha, TU: Tungurahua, ZA: Zamora Chinchipe, SU: Sucumbios, OR: Orellana, SA: Santo Domingo de los Tsáchilas, SE: Santa Elena.)

Se puede apreciar que existen valores similares de la variable en provincias vecinas, lo cual es indicativo de la presencia de autocorrelación espacial en los datos. Consecuentemente, la prueba I de Moran es significativa con un pvalor de 0.001. Esto implica que aparece una fuerte autocorrelación espacial positiva, que confirma la impresión visual del agrupamiento espacial dado por el mapa. La figura 2 muestra los resultados del gráfico de Moran de la variable de estudio.

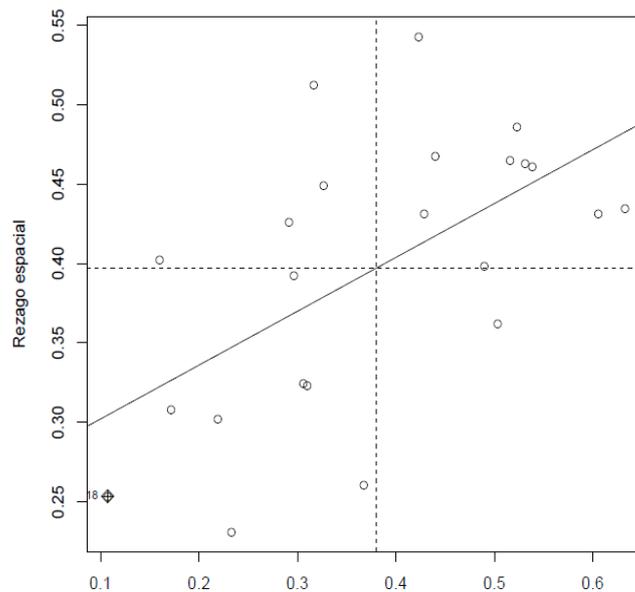


Fig. 2. Gráfico de Moran del porcentaje de éxito en innovación por provincia.

Schumpeter entiende por innovaciones radicales a 5 elementos (11): nuevos productos, nuevos procesos, nuevas fuentes de provisión, explotación de nuevos mercados, nuevas formas

de organizar negocios. De estos ítems, la muestra en estudio presenta un 25.6% de empresas con innovación en producto, 31.4% con innovación en procesos y un 40.5% de empresas que muestran alguna de las dos. A esta última categoría se entiende como innovación exitosa. La tabla 1 muestra la estadística descriptiva de cada una de las variables usadas en los modelos espaciales.

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables usadas en el modelo espacial

Provincia	GDPP	ImasD	IngDis	Capa	AsisTec	Info	Pruebas	exitoso	actipor	Publico	Apoyo	Financiero
AZUAY	4211552.7	0.05	0.07	0.1	0.12	0.18	0.09	0.37	0.06	0.12	14547	55.7
BOLIVAR	455038.8	0.16	0	0.12	0.24	0.44	0.16	0.44	0	0	400	80
CAÑAR	902084.8	0.02	0.02	0.09	0.09	0.19	0.09	0.3	0	1	142037	85.6
CARCHI	593995.4	0.05	0.02	0.15	0.08	0.28	0.07	0.32	0	0	0	66.1
COTOPAXI	1522020.8	0.02	0.07	0.21	0.29	0.52	0.19	0.63	0.02	1	54521.8	60.3
CHIMBORAZO	1456832	0.02	0.02	0.3	0.34	0.49	0.36	0.5	0.02	0.2	0	72.8
EL ORO	3074905.8	0.02	0.02	0.05	0.09	0.1	0.03	0.22	0.02	0	49.2	66.4
ESMERALDAS	1970951.2	0.04	0.05	0.28	0.31	0.36	0.28	0.49	0.01	0	0	69.1
GUAYAS	22602262.2	0.05	0.07	0.12	0.15	0.23	0.13	0.31	0.16	0.24	21619.9	48.9
IMBABURA	1773853.6	0.1	0.14	0.22	0.23	0.44	0.19	0.52	0.04	0.06	7078.9	58.1
LOJA	1656978.2	0.01	0.03	0.11	0.13	0.15	0.07	0.23	0.03	0.26	0	64.6
LOS RIOS	3020790.1	0.04	0.02	0.06	0.13	0.22	0.11	0.29	0.02	0	0	65
MANABI	5218347.8	0.02	0.06	0.12	0.16	0.23	0.1	0.31	0.03	0	214.7	64
MORONA SANTIAGO	390125.4	0.04	0	0.04	0.04	0	0	0.16	0	0	0	75
NAPO	315454.1	0.08	0.04	0.19	0.31	0.42	0.38	0.42	0	0	46153.8	75
PASTAZA	1019120.4	0	0.04	0.11	0.39	0.43	0.18	0.43	0.01	1	71.4	0
PICHINCHA	23199569	0.1	0.17	0.27	0.29	0.41	0.27	0.52	0.53	0.84	46390	46.5
TUNGURAHUA	2383250.7	0.04	0.06	0.2	0.28	0.52	0.31	0.61	0.01	0.35	1879.8	58
ZAMORA CHINCHIPE	252515.4	0	0	0.04	0.04	0.07	0.04	0.11	0	0	0	0
SUCUMBIOS	2988070.3	0.02	0.06	0.25	0.3	0.42	0.25	0.53	0.01	0	0	62.5
ORELLANA	8281379	0	0.03	0.18	0.18	0.46	0.25	0.54	0.01	0	0	73.8
SANTO DOMINGO	1609845.5	0.02	0.05	0.16	0.2	0.27	0.14	0.33	0	0	3934.7	53.4
SANTA ELENA	1236256.4	0.01	0.01	0.04	0.07	0.12	0.07	0.17	0.01	0	0	76

### 3. Resultados y Discusión

En la presente sección se estiman los modelos que exploran la relación del output innovador y su relación espacial subyacente. Se parte de la elección del *mejor* modelo, mediante OLS, de la especificación:

$$exitoso = \beta_0 + \beta_1 ImasD + \beta_2 IngDis + \beta_3 Capa + \beta_4 AsisTec + \beta_5 Info + \beta_6 Pruebas + \beta_7 Publico + \beta_8 Apoyo + \beta_9 Financiero + \beta_{10} \log(GDPP) + \epsilon \quad (5)$$

Los resultados del modelo (5) se muestran en la tabla 7. Estos muestran que la única variable significativa es la cooperación en información. Se realizaron pruebas de multicolinealidad donde se encuentra un factor de varianza superior a diez en la variable Pruebas.

Al realizarse una elección del mejor modelo mediante el criterio de información de Akaike se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 2. En este caso se obtienen efectos significativos por parte de las variables IngDis, Info y Financiero. Respecto al modelo anterior, se mantiene la significancia de la cooperación en información. Además, se encuentra efectos positivos para la cooperación en Ingeniería y Diseño así como un efecto pequeño del financiamiento por la banca privada. El enfoque espacial de este modelo se muestra en la tabla 8. Se puede apreciar que bajo esta especificación no se tienen efectos espaciales del modelo (5).

Tabla 2. Modelo elegido por criterio de información a partir de la especificación (5)

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.05	0.031	1.642	0.118
ImasD	-0.395	0.247	-1.597	0.128
IngDis	0.811	0.236	3.441	0.003
Info	0.828	0.06	13.734	0
Financiero	0.001	0	2.279	0.035

Los datos sobre los que trabajan los modelos contienen 23 provincias del Ecuador. Por lo tanto, es posible que un gran número de variables afecte a los grados de libertad del modelo. Con el objetivo de mitigar este inconveniente, se han generado tres índices que reducen la dimensionalidad de los datos usando la técnica de Análisis de Componentes Principales (8). Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de ACP para reducción de dimensionalidad.

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5
Desviación Estándar	1.246	0.868	0.751		
Proporción de Varianza	0.541	0.263	0.196		
Varianza Acumulada	0.541	0.804	1		
Desviación Estándar	1.589	0.479	0.341		
Proporción de Varianza	0.879	0.08	0.041		
Varianza Acumulada	0.879	0.959	1		
Desviación Estándar	1.903	0.856	0.458	0.352	0.309
Proporción de Varianza	0.757	0.153	0.044	0.026	0.02
Varianza Acumulada	0.757	0.91	0.954	0.98	1

De cada ajuste se elige el primer componente principal que representa la mayor variabilidad explicada de las variables de entrada. Así tenemos, pc1: ImasD, IngDis, Pruebas, pc2:

Capa, AsisTec, Info y pc3: IngDis, Pruebas, Capa, AsisTec, Info. Por ejemplo, pc3 es un índice que recoge el 75% de la variabilidad de las variables Ingeniería y Diseño, Pruebas, Capacitación y Asistencia Técnica. De este modo se plantean los modelos 6 y 7.

$$\text{exitoso} = \lambda_0 + \lambda_1 pc1 + \lambda_2 pc2 + \lambda_3 \text{Publico} + \lambda_4 \text{PorImasD} + \lambda_5 \text{Apoyo} + \lambda_6 \text{Financiero} + \lambda_7 \log(GDPP) + \xi \quad (6)$$

$$\text{exitoso} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{ImasD} + \gamma_2 pc3 + \gamma_3 \text{Publico} + \gamma_4 \text{Apoyo} + \gamma_5 \text{Financiero} + \gamma_6 \log(GDPP) + v \quad (7)$$

En ambos modelos, únicamente la variable pc2 fue significativa al 95% de confianza. La tabla 4 muestra los resultados del ajuste del modelo 6 y la tabla 5 los resultados de la tabla 7.

Tabla 4. Modelo (6). Resultados de los modelos: mínimos cuadrados ordinarios (OLS), modelo espacial autorregresivo (SAR, (1)), modelo con error espacial (SEM, (2)), y modelo de Durbin espacial (SDM, (4))

	OLS		SAR		SEM		SDM	
	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor
Intercepto	0.142	0.243	0.076	0.602	0.354	0.001	0.842	0.001
pc2	0.007	0	-0.078	0	-0.087	0	-0.076	0
GDP	0.01	0.156	0.017	0.06	0.002	0.811	0.009	0.251
lag pc2							-0.078	0.002
lag GDP							-0.022	0.136
lag éxito			0.148	0.321			-0.714	0.063
Lag error					-0.898	0.046		
AIC		-65.759		-63.352		-66.346		-67.228
N								23

Tabla 5. Modelo (7). Resultados de los modelos: mínimos cuadrados ordinarios (OLS), modelo espacial autorregresivo (SAR, (1)), modelo con error espacial (SEM, (2)), y modelo de Durbin espacial (SDM, (4))

	OLS		SAR		SEM		SDM	
	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor
(Intercept)	0.234	0.159	0.145	0.383	0.416	0	1.225	0
pc3	-0.065	0	-0.061	0	-0.067	0	-0.052	0
Publico	0.101	0.105	0.105	0.036	0.123	0.01	0.101	0.012
Apoyo	0	0.256	0	0.138	0	0.059	0	0.075
Financiero	0.001	0.083	0.001	0.041	0.002	0.012	0.002	0.001
GDP	0.004	0.738	0.006	0.507	-0.01	0.194	-0.006	0.506
lag pc3							-0.075	0.002
lag Publico							0.106	0.413
lag Apoyo							0	0.877
lag Financiero							0.003	0.072

lag GDP				-0.052	0.001
lag éxito		0.137	0.374	-0.887	0.022
lag error				-0.934	0.06
AIC	-57.936		-57.8	-60.561	-61.172
N					23

Tabla 6: Impactos de los modelos SDM de la tabla 5.

	Directo	Indirecto	Total
pc3	-0.046	-0.021	-0.067
Publico	0.097	0.012	0.11
Apoyo	0	0	0
Financiero	0.002	0.001	0.003
GDP	0.003	-0.034	-0.031

Se puede apreciar que ninguna especificación muestra efectos espaciales a un 95% de confianza. Sin embargo, el modelo SDM si presenta efectos espaciales a un 90% de confianza. La tabla 7 muestra resultados favorables para un enfoque espacial. En este caso, el rezago espacial de la variable dependiente es significativo al 95% de confianza.

Debido a la especificación de los modelos SAR y SDM, los coeficientes representan un efecto en el corto plazo. Para tener efectos promedio se calcula los impactos indirecto y directo (4). El impacto directo se refiere al impacto total promedio de un cambio de una variable independiente en el dependiente para cada observación, es decir,  $n^{-1} \sum_{i=1}^n \frac{\partial E(y_i)}{\partial x_i}$ , el impacto indirecto que es la suma del impacto producido en una sola observación por todas las demás observaciones y el impacto de una observación en todas las demás. El total es la suma de los dos. La tabla 8 muestra los resultados de la estimación de los impactos.

El índice pc3 tiene un efecto negativo en el éxito innovador. En primer lugar, en promedio, una variación de 0.7 en pc3 lleva a una disminución de 0.005 en el éxito innovador. Luego, en promedio, duplicar el porcentaje de apoyo público de 0.22 a 0.44 lleva a un aumento de 0.02 en el éxito innovador. Finalmente, en promedio, duplicar la financiación por parte de la Banca Privada de 60 a 120 dólares lleva a un aumento de 0.16 en el éxito innovador. Estos resultados demuestran que tanto el apoyo público, así como un componente privado llevan a una mejora en el éxito innovador.

#### 4. Conclusiones

Desde el punto de vista espacial, la parte descriptiva de este trabajo da señales claras de concentración del éxito innovador en las provincias del Ecuador. El mapa muestra claramente este efecto y es corroborado por el test de autocorrelación espacial. En la zona central del país, particularmente en Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua es donde se tiene mayor concentración. Los casos de Sucumbíos y Orellana pueden ser explicados por la presencia de compañías petroleras en la Amazonía. Las provincias con menor éxito innovador se ubican en el sur del Ecuador.

Desde el punto de vista de los modelos, se ha encontrado que el componente espacial es significativo en el éxito innovador. Esto implica que existen *spillovers* en la innovación. La cercanía geográfica de las empresas es significativa tanto desde un punto de vista descriptivo como desde la modelización. No obstante, el contar con 23 datos es claramente una limitación para la estimación. Una posible extensión de este trabajo implicaría el uso de desagregaciones geográficas más detalladas, posiblemente a nivel cantonal.

En términos de políticas de innovación específicas, el modelo estimado sugiere que se debe reforzar la política de apoyo en ciencia y tecnología por parte del sector público, así como el aumento en financiamiento por parte de la banca privada. Se ha encontrado que esta dinámica es clave en la fase de innovación en la que se encuentra del Ecuador para el éxito innovador de las empresas. Si bien los efectos aún son pequeños, son significativos y positivos. Esta política ayudaría a plasmar la vía hacia un sistema de innovación más fuerte

### **Agradecimiento**

A Juan Fernández Sastre por sus valiosos comentarios.

### **Bibliografía**

1. B. H. Baltagi, S. H. Song, and W. Koh. Testing panel data regression models with spatial error correlation. *Journal of econometrics*, 117(1):123-150, 2003.
2. I. Booyens and T. G. Hart. Innovation in a changing south africa: extant debates and critical re ections. In *The Geography of South Africa*, pages 269-277. Springer; 2019.
3. INEC. Encuesta nacional de actividades de ciencia, tecnología e innovación, 2019.
4. J. LeSage and R. K. Pace. *Introduction to spatial econometrics*. Nueva York: Chapman and Hall/CRC, 2009.
5. G. Millo. Maximum likelihood estimation of spatially and serially correlated panels with random effects. *Computational Statistics & Data Analysis*, 71:914-933, 2014.
6. G. Millo, G. Piras, et al. splm: Spatial panel data models in r. *Journal of Statistical Software*, 47(1):1-38, 2012.
7. R. Moreno, R. Paci, and S. Usai. Spatial spillovers and innovation activity in european regions. *Environment and planning A*, 37(10):1793-1812; 2005.
8. D. Peña. *Análisis de datos multivariantes*. España: McGraw-Hill; 2013.
9. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014.
10. T. K. Roger Bivand, Jan Hauke. Computing the jacobian in gaussian spatial autoregressive models: An illustrated comparison of available methods. *Geographical Analysis*, 45(2):150{179, 2013.
11. O. M. Suarez. Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et technica*, 2(25), 2004.
12. C. Van Egeraat, D. Kogler, and P. Cooke. *Global and Regional Dynamics in Knowledge Flows and Innovation*. Nueva York: Routledge, 2015.

13. X. Wang, H. Fang, F. Zhang, and S. Fang. The spatial analysis of regional innovation performance and industry-university-research institution collaborative innovation: an empirical study of Chinese provincial data. *Sustainability*, 10(4):1-16, April 2018.
14. Z. Yang and L. Qixia. *Innovation pattern analysis of the industry-university-research cooperation*, volume 1. 2012.

## Anexos

Tabla 7. Resultados de la especificación (5)

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-5.54E-02	1.75E-01	-0.317	0.757095
ImasD	-2.65E-01	3.56E-01	-0.743	0.472781
IngDis	5.43E-01	5.02E-01	1.08	0.303159
Capa	1.58E-01	3.26E-01	0.484	0.637668
AsisTec	1.29E-01	3.24E-01	0.398	0.698572
Info	8.31E-01	1.68E-01	4.946	0.000438
Pruebas	-2.49E-01	3.21E-01	-0.774	0.45524
Publico	3.03E-02	7.21E-02	0.42	0.682272
PorImasD	-2.73E-02	3.42E-02	-0.8	0.440906
Apoyo	-8.76E-08	7.01E-07	-0.125	0.902705
Financiero	1.20E-03	7.71E-04	1.556	0.1479
log(GDPP)	7.04E-03	1.29E-02	0.547	0.595096

Tabla 8. Modelo (5). Resultados de los modelos: mínimos cuadrados ordinarios (OLS), modelo espacial autorregresivo (SAR, (1)), modelo con error espacial (SEM, (2)), y modelo de Durbin espacial (SDM, (4))

	OLS		SAR		SEM		SDM	
	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor	Estimador	p-valor
Intercepto	0.05	0.118	0.068	0.068	0.066	0.008	0.226	0.003
ImasD	-0.395	0.128	-0.354	0.114	-0.299	0.177	-0.13	0.532
IngDis	0.811	0.003	0.801	0	0.701	0	0.797	0
Info	0.828	0	0.851	0	0.828	0	0.78	0
Financiero	0.001	0.035	0.001	0.009	0.001	0.054	0	0.229
lag ImasD							1.417	0.043
lag IngDis							-0.514	0.271
lag Info							0.464	0.088
lag Financiero							-0.002	0.107
lag éxito			-0.07	0.552			-0.526	0.122
Lag error					-0.392	0.352		
AIC		-76.952		-62.556		-75.818		-75.392
N								23

# ***Formulación de estrategias de marketing mix a partir del estudio del comportamiento del consumidor de leche en la ciudad de Riobamba***

*(Formulation of marketing mix strategies based on the study of milk consumer behavior in the city of Riobamba)*

A. Monserrat <sup>(1)</sup>, O. Parada <sup>(2)\*</sup>, C. Delgado <sup>(3)</sup>, J. Vasco <sup>(4)</sup>

(1) (3) (4) Grupo de Investigación Innova MKT, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

(2) Profesor Titular, Facultad de Ciencias Sociales y Derecho. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Ave. De las Américas. s/n Guayaquil

\*Correspondencia. Tel.: 0990933995, Fax: 2998200, E-mail: ospg2012@gmail.com (O. Parada Gutiérrez)

## **RESUMEN**

El estudio económico de la conducta del consumidor supone teorías de enfoque positivista y normativo. En este contexto las decisiones de consumo se basan no siempre en un modelo racional, considerando además factores de tipo emocional, experiencias que determinan la decisión de compra. El objetivo de este artículo fue formular estrategias de marketing mix a partir del estudio del comportamiento del consumidor de leche en la ciudad de Riobamba. La metodología utilizada se fundamentó en un estudio cuasi experimental que tomó como base un modelo predeterminado que sirvió para diseñar una encuesta que permitiera identificar y evaluar variables determinantes en la conducta de los consumidores. La investigación permitió determinar las preferencias de marcas de leche, nivel de aceptación del precio, tipo de empaque, medios de comunicación y frecuencia de consumo. Los resultados de la investigación permitieron formular estrategias que contribuyen a incentivar el consumo de leche en la población local.

**Palabras clave:** *comportamiento del consumidor, neuroeconomía, marketing mix.*

## **ABSTRACT**

The economic study of consumer behavior supposes theories of positivist and normative approach. In this context, consumer decisions are not always based on a rational model, considering factors of an emotional nature, experiences that determine the purchase decision. The objective of this article was to formulate marketing mix strategies based on the study of milk consumer behavior in the city of Riobamba. The methodology used was based on a quasi-experimental study that took as a basis a predetermined model that served to design a survey that would identify and evaluate determinant variables in the behavior of consumers. The investigation allowed to determine the preferences of milk brands, level of acceptance of the price, type of packaging, means of communication and frequency of consumption. The results of the research allowed to formulate strategies that contribute to encourage the consumption of milk in the local population.

**Key words:** *consumer behavior, neuroeconomics, marketing mix.*

## 1. Introducción

El Plan de Desarrollo Nacional 2017-2021 refiere la necesidad de cambiar el patrón productivo utilizado en la economía ecuatoriana a lo largo de su historia, a partir de fortalecer y potenciar la integración de las cadenas productivas locales, incrementar la relación espontánea entre actores implicados en la provisión de bienes y servicios desde la producción primaria hasta la llegada al consumidor, lo cual incluye el circuito de comercialización y de incentivos afinados, bien concebidos y oportunos.(1)

En respuesta a esta necesidad, se desarrolló esta investigación en los marcos del proyecto “Neuroeconomía en el comportamiento del consumidor de bienes y servicios en la provincia de Chimborazo”. El proyecto se inició en el año 2018 y partió del problema asociado a la disminución del consumo de leche en la provincia de Chimborazo. Dicho problema se manifiesta a través de un conjunto de falencias que tienen lugar en la producción y en la comercialización de la leche. En particular, en la comercialización prevalecen las siguientes falencias: la existencia de estrategias de ventas empíricas, ausencia de un enfoque de marketing en la gestión comercial, poca cultura de innovación, deficiencias en la calidad del servicio al cliente, escasos estudios de mercado, insuficientes campañas publicitarias para estimular el consumo de bienes y servicios y en específico la leche de ganado vacuno. Todo ello conlleva a la insatisfacción de los clientes y a la baja efectividad de la publicidad.

Para contrarrestar las insuficiencias de la comercialización de la leche resulta importante realizar estudios relacionados con el análisis del comportamiento del consumidor. En tal sentido se destaca: la percepción que tienen los consumidores con relación al producto, los factores emocionales, experienciales, cultura, nivel socioeconómico, entre otros que son determinantes al momento de realizar la compra de leche.

Según (2), el comportamiento del consumidor abarca los pensamientos y sentimientos que experimentan las personas, así como las acciones que emprenden, en los procesos de consumo. También incluye todo lo relativo al ambiente que influye en esos pensamientos, sentimientos y acciones. Ello comprende comentarios de otros consumidores, anuncios, información de precios, empaques, aspecto del producto y muchos otros factores.

Resulta importante reconocer en la definición anterior que el comportamiento del consumidor es dinámico y comprende interacciones e intercambios. De ahí que se infiere que el comportamiento del consumidor está relacionado con el intercambio que hacen compradores y consumidores, es decir la entrega de un determinado valor monetario a cambio de un bien o servicio, y antes de realizar dicha entrega tanto consumidores y compradores analizan los beneficios derivados de esta acción, para lo cual es importante analizar ciertos factores como que es la motivación de la compra, ya sea la calidad, el precio, alguna característica que resalte el producto o servicio, el valor dispuesto a pagar, entre otras.

Existen diferentes enfoques referentes al comportamiento del consumidor.

*Tabla 1. Enfoques para el estudio del comportamiento del consumidor.*

Enfoque	Disciplinas centrales	Objetivo primarios	Métodos primarios
Interpretativo	Antropología cultural	Entender el consumo y sus significados	Entrevistas a profundidad Grupos de enfoque o sesiones de grupo
Tradicional	Psicología Sociología	Explicar la toma de decisiones y comportamiento del consumidor	Experimentos Encuestas
Ciencia del marketing	Economía Estadística	Predecir las elecciones y comportamiento del consumidor	Modelos matemáticos Simulación

*Fuente: Tomado de (2).*

Estos enfoques se basan en teorías y métodos de la antropología cultural para desarrollar una comprensión más profunda del consumo y sus significados. Dichos estudios emplean las entrevistas en profundidad y grupos de enfoque para entender aspectos cualitativos como el significado de los bienes y servicios para los consumidores, y qué experimentan éstos en su compra y uso. Aunque estos estudios no suelen diseñarse para ayudar a que las empresas desarrollen estrategias exitosas, es posible inferir de ellos efectos para el desarrollo de estrategias. (2)

Por otro lado, en (3) se menciona que el estudio del comportamiento del consumidor ha sido abordado desde distintos enfoques: económicos, psicológicos y motivacionales: todos ellos permiten entender mejor las razones y el proceso de compra.

El enfoque económico supone que el comportamiento del consumidor implica siempre una elección. Parte de la hipótesis de que el individuo posee un conocimiento completo de sus deseos y es capaz de actuar racionalmente para satisfacer sus necesidades, siendo su única motivación la maximización de su utilidad.

Del mismo modo, el enfoque psicológico amplía el campo de las variables que influyen en el comportamiento considerado, además de las económicas, las psicológicas (internas) y las sociales (externas). El enfoque motivacional trata de explicar los comportamientos a partir de las causas que los producen. El ser humano actúa estimulando por necesidades que se definen como sensaciones de carencia de algo que predisponen a actuar de modo que puedan ser paliadas. Es por ello que el estudio del consumidor no debe supeditarse exclusivamente a los momentos del consumo; su comprensión implica un análisis interdisciplinar, en tanto los consumidores están inmersos en entornos sociales, económicos y culturales, que sin duda influyen en sus decisiones. (4).

Estos enfoques se basan en primera instancia en las necesidades de los consumidores, para posteriormente dar paso a satisfacerlas a través de la adquisición de un bien o servicio, de esta manera también busca satisfacer sus deseos, cabe mencionar que los consumidores deben evaluar ciertos factores para determinar que comprar, obteniendo los beneficios que ellos crean necesarios y con los cuales se sientan conformes.

En la actualidad las empresas no solamente se preocupan por alcanzar metas de venta, sino que, además, focalizan sus estrategias de marketing en determinar cuáles son los factores

que intervienen en las decisiones de los consumidores. Y es que, tienen la seguridad que podrán entregar una oferta de valor al mercado únicamente cuando destaquen los aspectos que dan lugar a las actitudes y la percepción del consumidor (5).

No obstante, para (6), el conocimiento del comportamiento del consumidor en el desarrollo de la estrategia de marketing es un arte. Esto no sugiere que los principios y procedimientos científicos no sean aplicables; más bien, significa que la aplicación exitosa de estos principios a situaciones particulares requiere un juicio humano que no podemos reducir a un conjunto fijo de reglas.

Para el análisis de este apartado se consideran los siguientes elementos: afectos y cognición del consumidor, comportamiento evidente, el ambiente del consumidor. También comprende otros estímulos físicos, como las tiendas, productos, anuncios y letreros, que pueden cambiar los pensamientos, sentimientos y acciones de los consumidores. (2)

Existe una relación estrecha entre los elementos afectivos y cognitivos. El aspecto de la cognición es importante para poder entender el comportamiento de los consumidores ya que estos se relacionan entre sí, de modo que durante la compra el consumidor analiza varios factores donde influyen emociones, conocimiento y evaluación acerca del producto o a su vez asociados con una determinada marca. El análisis de estos elementos contribuye a la determinación de estrategias de marketing con el objeto de saber dirigir con gran eficiencia y efectividad el producto, la campaña publicitaria, entre otros.

Por otro lado, la imagen que crean las marcas en los consumidores también juega un papel importante durante la decisión de compra, ya que si son marcas reconocidas debido a los atributos que poseen, crean emociones y sentimientos en los consumidores lo que posteriormente motiva una compra.

El estudio de la conducta del consumidor contribuye a determinar aquellos factores que influyen en la decisión de simplificar sus tareas de compra y consumo, simplificar el procesamiento de la información, reducir los riesgos percibidos y mantener la coherencia cognitiva y un estado de comodidad psicológica. (7).

En (8), se plantean la existencia de factores internos y externos que influyen en el comportamiento del consumidor. Entre los internos se encuentran la motivación, la percepción, la experiencia, las características personales y las actitudes. Entre los factores externos se destacan: las influencias económicas, políticas, sociales, culturales y estímulos de marketing. En particular, (9), considera de suma importancia tratar con mayor énfasis los factores internos, entre ellos y de forma muy particular las emociones como eje de alto impacto a los propósitos del marketing y desde una perspectiva muy actual, como lo son las neurociencias, sin que esto signifique sea el único factor que ejerza su influencia en la decisión definitiva del consumidor.

A continuación, en la Fig. 1 se presenta el modelo de comportamiento del consumidor que sirvió de base conceptual a la presente investigación. Su selección obedeció a su conveniente adecuación al estudio del consumidor de leche de ganado vacuno.

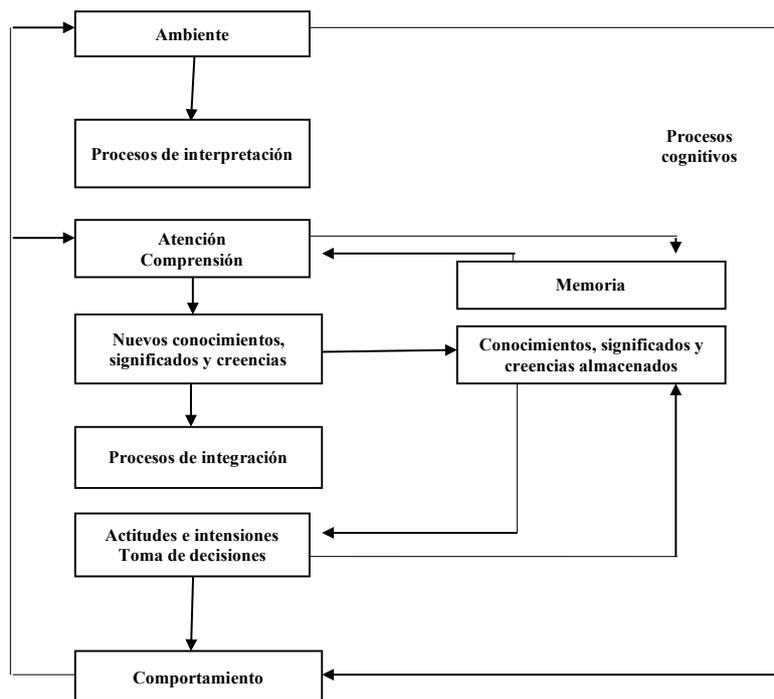


Fig. 1 Modelo de toma de decisiones del consumidor. Adaptado de (2).

En correspondencia al comportamiento del consumidor se establece el mix de marketing o mezcla de marketing. Según (10), la mezcla de marketing consiste en la oferta de un servicio y/o producto de una compañía a los consumidores, así como en los métodos y herramientas que aquella elige para realizar el intercambio.

La mezcla de marketing consta de cuatro elementos (conocidos como las cuatro P):

**Producto** (es decir, características, diseño, marca y empaque de la oferta de un bien o servicio, junto con los beneficios posteriores a la compra como garantías y políticas de devolución). Se denomina producto a todo lo que contribuye una oferta que responde a una necesidad en el mercado, es decir, un producto puede ser un objeto físico o servicio introducido en el mercado para satisfacer un deseo o una necesidad tras la compra, uso o consumo. El producto designa desde entonces la selección de las características relativas a los bienes o servicios propuestos por la empresa, es decir la naturaleza, la calidad, el diseño, entre otros. También puede tratarse de decisiones sobre la marca, el embalaje, la etiqueta o la gama. (11)

**Precio** (el precio de lista, incluyendo descuentos, complementos y formas de pago). Siguiendo con lo establecido por (11), el precio es la suma de dinero que el consumidor debe gastar para adquirir el producto. La política de precios comprende las nociones de: precio fijo, es decir, el que propondrá la tienda, descuentos, modalidad de pago, condiciones de devolución, condiciones de crédito.

**Plaza o punto de venta** (la distribución del producto o el servicio a través de establecimientos específicos y tiendas virtuales). La distribución o conocida como plaza comprende todas

las actividades que realiza una empresa para poner su producto al alcance de los consumidores, optimizando recursos de manera eficiente.

La distribución comprende:

- Los circuitos de la distribución
- Las redes de distribución
- La variedad
- Las ubicaciones
- La disponibilidad
- Los transportes
- La logística

Promoción (publicidad, promoción de ventas, relaciones públicas y campañas de venta, diseñadas para crear la conciencia acerca de los bienes y servicios, y la demanda para éstos). La promoción consiste en transmitir información entre el vendedor y los compradores potenciales u otros miembros del canal para influir en sus actitudes y comportamientos”. A esto añaden algo a tomar en cuenta: La función principal del director de marketing consiste en comunicar a los consumidores meta que el producto idóneo se encuentra disponible en el lugar adecuado al precio correcto. (12)

En el estudio del comportamiento del consumidor también pueden emplearse las técnicas de neuromarketing. Según (13), el término neuromarketing describe la aplicación de métodos pseudocientíficos de laboratorio al mundo del marketing. Puede definirse como la utilización de métodos neurocientíficos para analizar y comprender el comportamiento humano y sus emociones en relación con el mercado y sus intercambios.

La definición anterior se puede desglosar en tres aspectos importantes. El primer aspecto, de la definición va más allá de la simple utilización de neuroimágenes para interés comercial; el segundo aspecto, se vincula con una consideración más amplia que la simple investigación sobre comportamiento del consumidor, para incluir temas de intercambio de mercado o intra organizativos; el tercer aspecto, incluye a las emociones.

El neuromarketing refiere una disciplina de avanzada, que investiga y estudia los procesos cerebrales que explican la conducta y la toma de decisiones de las personas en los campos de acción del marketing. (14). En tal sentido, el neuromarketing está muy relacionado con el marketing emocional. Este último es esencial para entregar valor y crear lealtad del cliente, lo cual es necesario para los beneficios, el crecimiento y los éxitos empresariales a largo plazo. es uno de los puntos claves para saber cómo actúa el consumidor guiado por percepciones recibidas a través de los sentidos.

Los clientes son individuos racionales y emocionales. Basan sus decisiones en estímulos sensoriales, desean verse estimulados y provocados de un modo creativo. (15).

El neuromarketing es un campo emergente que une el estudio del comportamiento del consumidor con la neurociencia. Cada año, más de 400 mil millones de dólares se invierten en campañas publicitarias. Sin embargo, los métodos convencionales para probar y predecir la efectividad de esas inversiones generalmente han fallado porque dependen de la disposición y

competencia de los consumidores para describir cómo se sienten cuando están expuestos a un anuncio El neuromarketing, ofrece métodos de vanguardia para sondear las mentes directamente sin requerir una participación consciente o cognitiva. (16)

Los científicos Paúl Mclean y Gavin de Becker (1967), desarrollan la teoría del cerebro Tri-uno, y exponen con argumentos la emocionalidad del consumidor, su identificación con códigos culturales y sus decisiones de compra. Por lo que establecen tres niveles o sistemas cerebrales, cada una con aspectos diferentes, pero igual de importantes y se complementan uno de otro. (17)

En (17), se afirma que el código emocional “es una representación humana y espiritual de las herencias e historias que enmarcan las necesidades, deseos, caprichos, temores, experiencias y fantasías del ser humano”. Por lo tanto se puede mencionar que el código emocional es la representación personal que expresa un consumidor permitiendo conocer más a fondo cuáles son sus necesidades y deseos, ya que el código emocional es la mezcla de creencias, cultura, vivencias, experiencias del pasado, mismas que van cambiando conforme el tiempo sigue avanzando dando paso a nuevas tendencias, entonces el código emocional es la clave del marketing de emociones, ya que es una herramienta que permite abrir nuevos mercados para los productos y servicios.

Por tanto, al referir el marketing emocional es necesario reinventar el planteamiento de la mezcla de marketing, en especial reincorporar entre los atributos del producto la carga emocional que busca encontrar la tribu de consumidores específicos, y esto es exactamente lo que hace el código emocional. Los nuevos aportes teóricos en mercadeo proponen el marketing mix promedio como una sustitución de las famosas 4 P, enunciadas por Jerome McCarthy en 1960; el Precio, Producto, Plaza y Promoción, por un nuevo esquema de cuatro C, desarrolladas por Bob Lauterborn, enunciadas a principios del año 2000, en la que Cliente, Costo, Conveniencia y Comunicación definen las actividades desde la perspectiva del consumidor. (18)

En (18) haciendo referencias a Lauterborn se explican en detalle las llamadas 4 C's., A continuación, se presenta la relación que existe entre el mix de marketing tradicional y los aspectos emocionales.

- Cliente, en lugar de producto: en un principio las empresas se enfocaban básicamente a ofrecer un excelente producto es decir a que el color, diseño, empaque, entre otros cumplan con altos estándares de calidad sucediendo lo mismo con el proceso de producción, sin embargo hoy en día se le ha sumado más importancia al cliente por lo que se ha tomado en cuenta varios aspectos a la hora de lanzar un producto al mercado es así donde juega un papel muy importante el hecho de crear emociones al cliente mediante el producto que se comercializa.
- Costos, en lugar de precio: tradicionalmente se desarrollaban estrategias de precios tomando como base los costos que implicaba elaborar un producto y ponerlo al alcance de los consumidores, no obstante visto desde una perspectiva diferente e involucrando el aspecto emocional se considera ya no establecer precios solo en base a costos sino también establecer precios en base a lo que le cuesta al cliente durante el proceso para adquirir un producto por ejemplo: transporte, tiempo, recursos que emplea el cliente para llegar hacia el producto, por lo tanto el precio engloba tanto los costos realizados

por la empresa para la elaboración de un producto y el costo que los clientes emplean para adquirir el mismo.

- **Conveniencia, en lugar de plaza:** Es muy importante analizar al cliente para saber dónde y cómo ubicar un producto para facilitar la compra del cliente, ya que en un inicio la ubicación de un producto al alcance del consumidor consistía en optimizar los recursos que las empresas empleaban durante el proceso de colocar un producto en el mercado, por lo que se debe analizar también aspectos como: cuál es la razón de la ubicación del producto, ambientar el entorno acorde al producto que se ofrece, es decir persuadir al cliente de todas las manera posibles para impulsar na compra.
- **Comunicación, en lugar de promoción:** Dentro de loa promoción se llevan a cabo actividades como publicitar y dar a conocer las características de un producto al público objetivo con el fin de persuadir las compra , sin embargo en la actualidad se habla también de comunicar es decir de dar a conocer a los clientes no solo acerca del producto que ofrece una empresa sino también de otros programas que desarrollan , para ello se toman en cuenta las actividades que la empresa hace a favor de ciertas áreas y proyectos sociales, además de ello comparten las experiencias que hayan tenido con su producto en relación al cliente, de esta manera no solo se ofrece un producto al mercado sino que se toma en cuenta la opinión que tiene el cliente de mismo.

El marketing mix emocional empieza por identificar el concepto emocional del consumo, como el factor clave para el diseño de los productos. El mercado actual, en tiempo real, obliga a las empresas a desplegar complejas estrategias para poder diferenciarse de la competencia, crecer y lograr objetivos concretos de expansión, crecimiento y principalmente flujo de caja. En estos términos, hoy no basta con ser buenos, se debe ser el ganador, tener el mejor producto, respaldado con el mejor servicio, brindar la mejor atención, y llenar lo que se ofrece de todo el valor agregado posible, y ese valor agregado incluye una experiencia emotiva diaria para el cliente. (17)

## **2. Materiales y Métodos**

El desarrollo de la investigación supuso el análisis de datos históricos relacionados con el consumo de leche organizaciones involucradas con la producción y comercialización de leche. También investigaciones precedentes que aportaron información teórica y estadística del tema tratado. La investigación fue fundamentalmente de tipo descriptiva Se aplicó un tipo de estudio cuasi experimental, al permitir medir variables en un determinado grupo de individuos (muestra), que reúnan las características necesarias para llevar a cabo la investigación. Por tanto, se procedió a levantar información mediante el uso de variables relacionas con el consumo de leche de ganado vacuno en las tiendas de la ciudad de Riobamba.

En la presente investigación se tomó en cuenta al promedio de personas por familia. Está información se obtuvo de (19), determinándose que en la ciudad de Riobamba existen 234.170 habitantes. Su proyección al año 2018 refiere un total de 258597 habitantes.

*Tabla 2. Proyección población de Riobamba*

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN ECUATORIANA, POR AÑOS CALENDARIO, 2010 – 2018									
CANTÓN	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
RIOBAMBA	234170	237406	240612	243760	246861	249891	252865	255766	258597

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo. (INEC, 2010)*

Para obtener el tamaño de la muestra se siguió una relación para poblaciones finitas con  $P=Q=0,50$ , un nivel de confianza del 95% y un 5% de error estándar. El resultado fue de 384. El cuestionario se estructuró en 16 preguntas cerradas de selección múltiple. Entre las variables consideradas se encontraron: preferencias de marca de leche, precio, lugar de compra, tipo de consumidor de leche, horario de consumo, medios de comunicación, entre otras.

El estudio se centró en las marcas de leche que se comercializan en tiendas de la ciudad de Riobamba. Por tal motivo, la venta de leche a granel no fue considerada en el mismo. La investigación partió además del principio, de que la leche pasteurizada ofrece más garantías y no altera la composición ni los nutrientes. La pasteurización sigue salvando vidas. (20)

### 3. Resultados y Discusión

Los resultados más relevantes obtenidos por la aplicación de la encuesta fueron:

- Se establece una relación entre la integración familiar y la maternidad con un 52% y 29 % respectivamente, ya que se asocia al cuidado de una madre hacia sus hijos o familia en referencia a la alimentación y salud, se considera que dichas acciones vividas han generado experiencias positivas en los consumidores relacionadas con la integración familiar puesto que los horarios donde más consumen este producto acoge y reúne a toda la familia para compartir momentos agradables.
- Uno de los aspectos más relevantes para los consumidores que optan por comprar leche en una tienda de barrio es la cercanía representada por el 75%, ya que éste representa la optimización de varios recursos como dinero y tiempo que son de mucha importancia para ellos y por la misma razón también están dispuestos a comprar otra marca de leche variable representada en un 63%, en el caso de que la tienda no disponga de la marca de leche que usualmente adquiere, por lo que además se determina que el establecimiento no solo oferta una marca sino que tiene entre 2 y 3 marcas adicionales disponibles para la venta. Se destacan las marcas Vita, Parmalat y Rey Leche.
- El precio del empaque de leche tipo envase (funda) plástica equivalente a un litro está alrededor de \$ 0,85 centavos dólar, resultado constatado en un 64% a través del estudio aplicado. Dicho precio a consideración de los compradores es bastante accesible y adaptable a su economía. En cuanto a la marca más adquirida se encuentra Vita Leche con un 26% de aceptación, por lo que se determina que esta marca a más de ser la más preferida por los compradores tiene un precio adecuado al poder adquisitivo de los mismos. Además, el sabor es una de las características más relevantes por los que las personas deciden comprar leche de marca.

- La población encuestada manifestó consumir leche. Mayoritariamente leche entera para un 62%, descremada un 25%, deslactosada un 10% y un 3% en polvo. En particular, la leche en polvo refiere ser cara en comparación con la variedad de leche disponible en el mercado, además no existe en la población local una cultura de consumo al respecto.

A continuación, se presenta la Matriz de Análisis de Factores Externos. Para el desarrollo de esta matriz, los valores asignados en cuanto al peso y calificación fueron determinados según el criterio de expertos del proyecto “Neuroeconomía en el comportamiento del consumidor de bienes y servicios en la provincia de Chimborazo”, siguiendo el método de consenso.

Conforme a los hallazgos de la encuesta realizada se conformó la siguiente matriz.

*Tabla 3. Matriz FODA “Consumo de leche en tiendas”*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
F1 El producto contribuye a la salud	D1 Carencia de información acerca de los beneficios que aporta.
F2 Alto consumo en niños y niñas	D2 Inconvenientes con el producto (procesamiento, sabor)
F3 Precio Accesible	D3 Suposiciones erróneas acerca del consumo en una terminada etapa de vida del ser humano.
F4 Alimento de consumo masivo	D4 Escaso consumo asociados a problemas gastrointestinales.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O1 El consumo de leche tiene una gran relación con la maternidad.	A1 Existencia de productos sustitutos
O2 Experiencias positivas (Integración familiar)	A2 Campañas negativas con relación al producto
O3 Fácil accesibilidad (cercanía)	A3 Escasa comunicación interactiva
O4 Alto consumo en el horario de la mañana.	A4 Restricción de consumo por salud

*Tabla 4. Matriz de análisis de factores externos*

FACTORES	PESO	CALIFICACIÓN	PESO PONDERADO
<b>OPORTUNIDADES</b>			
1 El consumo de leche tiene una gran relación con la maternidad.	0.12	3	0.36
2 Experiencias positivas (Integración familiar)	0.2	3	0.6
3 Fácil accesibilidad (cercanía)	0.07	4	0.28
4 Alto consumo en el horario de la mañana.	0.06	4	0.24
<b>AMENAZAS</b>			
1 Existencia de productos sustitutos	0.1	2	0.2
2 Campañas negativas con relación al producto	0.05	1	0.05
3 Comunicación interactiva	0.2	1	0.2
4 Restricción de consumo por salud	0.2	2	0.4
	1		2.3

En correspondencia los resultados de la Tabla 4, se observa un valor total de 2.3, mismo que se encuentra por debajo de la media que es 2.5, es decir que existe un déficit en el trabajo realizado para incentivar el consumo de leche de ganado vacuno, por lo que es necesario aprovechar al máximo las oportunidades que se presentan además de ello se deben atenuar las amenazas existentes en el medio a través actividades que contribuyan al incremento del consumo de la leche en sus diferentes marcas.

El análisis de correlación se realizó entre diferentes variables: horario de consumo Vs. mayor consumo de leche, marca de leche vs. tipo de presentación, conocimiento de los beneficios de consumir leche vs. comunicación, entre otras.

*Tabla 5. Correlaciones de las variables analizadas.  
 \*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).*

VARIABLES		HORARIO DE CONSUMO	MAYOR CONSUMO DE LECHE
HORARIO DE CONSUMO	Correlación de Pearson	1	.128*
	Sig. (bilateral)		.012
	N	384	384
MAYOR CONSUMO DE LECHE	Correlación de Pearson	.128*	1
	Sig. (bilateral)	.012	
	N	384	384
VARIABLES		MARCA DE LECHE	TIPO DE PRESENTACIÓN
MARCA DE LECHE	Correlación de Pearson	1	.312**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	384	384
TIPO DE PRESENTACIÓN	Correlación de Pearson	.312**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	384	384
VARIABLES		CONOCIMIENTO DE BENEFICIO DEL CONSUMO	COMUNICACIÓN DE LOS BENEFICIOS
CONOCIMIENTO DE BENEFICIO DEL CONSUMO	Correlación de Pearson	1	.116*
	Sig. (bilateral)		.023
	N	384	384
COMUNICACIÓN DE LOS BENEFICIOS	Correlación de Pearson	.116*	1
	Sig. (bilateral)	.023	
	N	384	384

*\*\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).  
 Fuente: Resultados de tabla de salida del software SPSS*

Según los resultados de la Tabla 5, la correlación lineal entre las variables estudiadas medida a través del Coeficiente de Pearson es positiva, es decir, las variables están correlacionadas en un nivel bajo. La significancia en todos los casos es menor que 0.05 lo que evidencia que existe correlación entre las variables analizadas.

En la formulación de las estrategias parte de la premisa de que las compras no sólo son una transacción comercial en donde uno obtiene algo a cambio de dinero, en la actualidad de lo que se trata es que el producto o el servicio genere alguna emoción en el consumidor. Según (21), existen cinco motivos emocionales que ayudan a definir inconscientemente las compras del cliente: diversión, deseo de control o poder, pertenencia, sexo y valores familiares.

En tal sentido, y en correspondencia a los análisis realizados se presentan cuatro estrategias. Las mismas están orientadas a la variable comunicación. En esta etapa de la investigación, se consideró centrarse en la figura de la madre y su papel en la nutrición familiar. En este contexto se destacan los siguientes elementos relacionados con la madre: el cuidado, la nutrición y el vínculo familiar.

El alcance de la estrategia se centró en las personas de la ciudad de Riobamba por constituir el mayor núcleo poblacional de la esfera de influencia del proyecto que generó esta investigación.

## Estrategias orientadas a la variable Comunicación.

Tabla 6. Estrategia 1 "Siempre Juntos"

<b>Nombre:</b>	Siempre Juntos
<b>Objetivo</b>	Fomentar la integración familiar mediante la creación de un infograma que contribuya a aumentar el consumo de leche
<b>Táctica</b>	Realizar una publicidad dinámica mediante el uso de mensajes persuasivos donde se comparará información nutricional acerca del consumo de leche según las etapas del ciclo de vida del ser humano en el seno familiar. Colocar el infograma en las tiendas de la ciudad de Riobamba.
<b>Alcance</b>	A todas las personas de la ciudad de Riobamba.
<b>Responsable</b>	Personal designado
<b>Periodo</b>	Trimestral
<b>Recursos</b>	Humano: Diseñador Gráfico Técnicos: Computadora, Programas de diseño Material: Impreso (afiche)

Tabla 7. Presupuesto de la estrategia "Siempre Juntos"

PRESUPUESTO			
Detalle	Cantidad	(Precio/Unidad)	Total
Diseño del infograma	1	\$20.00	\$ 20.00
Impresión del infograma (1000 unidades), tamaño A3.	1000	\$0.20	\$ 200.00
Total			\$220.00

Tabla 8. Estrategia 2 "Prefiero tomar leche"

<b>Nombre:</b>	Prefiero tomar leche
<b>Objetivo</b>	Informar acerca de las ventajas que tiene consumir leche a través de la personalización del producto para lograr disminuir el consumo de productos sustitutos.
<b>Táctica</b>	Mediante el uso de material POP (Point of Purchase) explícitamente, «punto de compra». En este caso se utilizará un "rompe tráfico", con diseños personalizados del producto. Los rompetráfico serán colocados dentro de las tiendas en las perchas y refrigeradores que contengan leche. El contenido de diseño estará enfocado en los beneficios que brinda el consumo de leche. Beneficios: calcio, carbohidratos, proteínas, ácidos grasos
<b>Alcance</b>	A todas las personas de la ciudad de Riobamba
<b>Responsable</b>	Personal designado
<b>Periodo</b>	Semestral
<b>Recursos</b>	Humano: Diseñador Gráfico Técnicos: Computadora, Programas de diseño Material: Impreso (habladores)

*Tabla 9. Presupuesto de la estrategia "Prefiero tomar LECHE"*

PRESUPUESTO			
Detalle	Cantidad	Precio/Unidad	Total
Diseño de "rompe tráfico"	1	\$15.00	\$ 15.00
Impresión (1000 unidades), tamaño A3.	1000	\$1.50	\$ 1500.00
Total			\$ 1515.00

*Tabla 10. Estrategia 3 "Coleccionando salud"*

<b>Nombre:</b>	Coleccionando salud
<b>Objetivo</b>	Dar a conocer los beneficios del consumo de leche a través de la promoción de vasos coleccionables.
<b>Táctica</b>	<p>Crear una promoción de vasos coleccionables misma que consta de: 4 vasos, en cada uno se describirá con diseños dinámicos uno de los 4 beneficios principales que posee la leche.</p> <p>Para acceder a esta promoción las personas deberán juntar 5 envases vacíos de leche pasteurizada más \$1.00, y acercarse a la tienda más cercana de su barrio y reclamar uno de los vasos coleccionables.</p>
<b>Alcance</b>	A todas las personas de la ciudad de Riobamba.
<b>Responsable</b>	Personal designado
<b>Periodo</b>	Dos meses. Escoger una temporada conveniente al efecto.
<b>Recursos</b>	<p>Humano: diseñador gráfico, pintor</p> <p>Técnicos: computadora, programas computacionales de diseño</p> <p>Molde del diseño tamaño 2x2 m<sup>2</sup></p> <p>Material: pintura ( 2 colores )</p>

*Tabla 11. Presupuesto de la estrategia "Coleccionando Salud"*

PRESUPUESTO			
Detalle	Cantidad	Precio/Unidad	Total
Diseño del arte (4 artes)	4	\$ 10.00	\$ 40.00
Impresión en vasos (4 vasos)	4	\$ 8.00	\$ 32.00
Total			\$ 72.00

*Tabla 12. Estrategia 4 "Momentos Inolvidables"*

<b>Nombre:</b>	Momentos Inolvidables
<b>Objetivo</b>	Crear emociones en los usuarios de internet mediante la difusión de experiencias para motivar el consumo de leche.
<b>Táctica</b>	Mediante redes sociales (Facebook) las personas podrán enviar sus historias, contando una experiencia emotiva que hayan vivido al momento de consumir leche, mismas que se van compartir con los seguidores de la página, utilizando un arte exclusivo, con el fin de persuadir a elevar el consumo de leche. Se publicarán 5 historias por día.

<b>Alcance</b>	A todas las personas de la ciudad de Riobamba
<b>Responsable</b>	Personal designado
<b>Periodo</b>	Indeterminado
<b>Recursos</b>	Humano: diseñador gráfico para la creación del arte y recepción de historias. Técnicos: computadora, programas de diseño Material: diseño del arte, impresión de historias de experiencias emotivas

*Tabla 13. Presupuesto de la estrategia 4 "Momentos Inolvidables"*

PRESUPUESTO			
Detalle	Cantidad	Precio/Unidad	Total
Diseño del arte	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Diseño de la imagen para la publicación (arte + experiencia emotiva) 5 por día.	5	\$ 5.00	\$ 45.00
Publicitar en Facebook	1	\$ 8.00	\$ 8.00
<b>Total</b>			<b>\$ 63.00</b>

Según (22), los productos lácteos en general constituyen uno de los productos alimenticios con mayor aporte a la nutrición de los seres humanos, sobre todo en la etapa del crecimiento, su uso directo o a través de derivados está generalizado en todo el mundo, sin embargo, se reporta que entre el 2010 y el 2015 el consumo cayó en 14,5% en tanto que la demanda de productos sustitutos creció en 22,5% en el mismo periodo de tiempo. Ello refleja un cambio importante en el comportamiento alimentario de los consumidores en el mundo. No obstante, no se percibe en el estudio una disminución significativa a pesar de existir publicidad negativa con relación al consumo de leche, el incremento de personas intolerantes a la lactosa, el cambio de comportamiento alimentario orientado al consumo de productos sustitutos y la desvalorización del importe nutricional de la leche después de la adolescencia. No obstante, hay que destacar además que la localidad objeto de estudio es productora de leche, bastante conservadora de las tradiciones familiares y la leche hasta el momento de la investigación refiere un precio que está al alcance de la mayor parte de la población.

En una segunda etapa la investigación se centrará en la aplicación de las herramientas de neuromarketing. En particular, el electroencefalograma para analizar los procesos mentales del sujeto, y determinar niveles de atención y calma mental mediante estímulos kinestésicos, ante las diferentes marcas de leche consideradas. También el seguimiento ocular (Eye Tracking), para contribuir al diseño de los soportes promocionales declarados en la estrategia. Esta etapa tiene como premisa la tesis de (23), quien sostiene que: "las decisiones económicas no estarían basadas en los análisis de costo-beneficio de optimización que la teoría económica ha sustentado corrientemente, sino más bien, en una mezcla de tensiones emocionales y desiderativas, las cuales se retroalimentan a sí mismas, y buscan un equilibrio conjunto, o un punto optimizador con restricciones".

#### 4. Conclusiones

La investigación determinó que las experiencias positivas relacionadas con el consumo de leche se asocian a la integración familiar debido a que el consumo de leche generalmente se

realiza en momentos donde se reúne la familia. Del mismo modo, las experiencias negativas se asocian al sabor, problemas de salud (gastrointestinales) y cierta publicidad negativa ante el consumo de leche.

Entre los mayores consumidores de leche se hallan los niños y niñas. Se alega que el consumo de leche aporta al desarrollo físico en los primeros años de vida del ser humano. No obstante, se evidenció que los adultos mayores son quienes menos consumen leche ya que afirman que es perjudicial para su salud. Este criterio no siempre está sostenido por criterio médico, más bien es resultado de una generalización de mitos relacionados a la publicidad negativa que vincula el consumo de leche a diversas enfermedades.

Comunicar acerca del consumo de leche a través de medios tradicionales como la televisión, es muy importante ya que por diferentes motivos las personas ven televisión a determinadas horas del día, sin embargo los medios impresos también se consideran importantes ya que son un material ideal para comunicar ya que su contenido debe ser fácil y rápido de entender, por otro lado en cuanto a la prensa y la radio son medios que no son relevantes para los consumidores y no suficientemente explotados. No obstante, los medios no tradicionales en los que se destacan las promociones en redes sociales, eventos y campañas pueden ejercer un efecto social positivo en cuanto a incentivar el consumo de la leche en la dieta de las personas.

Las estrategias formuladas en este estudio basadas en códigos emocionales podrán contribuir al incremento del consumo de leche. Ello supone un trabajo conjunto de actores de la localidad como el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, entre otros. Corresponderá al gobierno local desempeñar el rol de ente integrador que posibilite aunar los esfuerzos de las organizaciones públicas y privadas implicadas a partir de la creación de alianzas estratégicas con las universidades y centros de investigación.

## **Bibliografía**

1. SENPLADES. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. [Página principal en internet], Quito: 2017. [citado 19 de diciembre de 2018]. Disponible en: [www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
2. Peter, J., Olson, J. Comportamiento del consumidor y estrategia de Marketing. 7<sup>a</sup>. ed. México: McGraw-Hill, 2006
3. Esteban, T. Águeda, Mondéjar, J. Juan Antonio, Molina C. Arturo, Lorenzo, R. Carlota, Díaz, S. Estrella, Blázquez R. Juan José, Cordente, R. María, Gómez, B. Miguel Angel. Fundamentos de marketing. 2<sup>da</sup>. Ed. 2013. Madrid: ESIC. 113:149
4. Hernández, C. Y. G., Estrada, I. C. T., & Torres, Z. A. L. 2013. Dimensión integral e interdisciplinaria del concepto de comportamiento del consumidor. Anagramas Rumbos y Sentidos de la Comunicación, 11:22.
5. Hernández, L., Yahosca, D., Ortega, D., A. L. Estudio de Comportamiento del Consumidor: Factores determinantes que influyen en el comportamiento del consumidor a la hora de realizar la compra. [tesis doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, 16 de diciembre 2016. Disponible en: [www.repositorio.unan.edu.ni/8098/1/18233.pdf](http://www.repositorio.unan.edu.ni/8098/1/18233.pdf) Hawkins, D. I., & Mothersbaugh, D. L. Consumer behavior: Building marketing strategy. Boston: McGraw-Hill Irwin, 2010

6. Sheth, J. N., & Parvatlyar, A. Relationship marketing in consumer markets: antecedents and consequences. *Journal of the Academy of marketing Science*. [Internet]. 1995. [citado 21 de enero de 2019]; 23(4): 255-271.
7. Golovina, N. S., & Valle, E. L. M. Teorías motivacionales desde la perspectiva de comportamiento del consumidor. *Revista Negotium*. [Internet]. 2013. [citado 10 de diciembre de 2018]; 26: 5-18.
8. Carasila, A. M. C. Neuromarketing: Las emociones y el comportamiento de compra. *Perspectivas*. [Internet]. 2010. [citado 25 enero 2019]. 25: 9-24.
9. Schiffman, L., & Lazar , L. 2010. *Comportamiento del Consumidor*. 10ª. ed. Mexico: Pearson.
10. Torres, R. El marketing mix: Las 4Ps para aumentar sus ventas.[Internet]. 2016. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=VWTyCwAAQBAJ&printsec=frontcover>
11. McCarthy , J., & Perreault , W. 1997. *Marketing*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
12. Alvarez del Blanco, R. 2010. Neuromarketing: hallazgos inteligentes en la caja de Pandora del cerebro. *Estados Unidos : Harvard Deusto Business Review*.
13. Braidot, N. 2011. *Neuromarketing en acción*. Ediciones Granica SA.
14. Cadavid Gómez, H. D. (2004). Marketing de emociones. La forma para lograr fidelidad de los clientes. *Semestre económico*. [Internet]. 2004. [citado 22 enero 2019]. 7(13).
15. Moral, M., & Fernández, M. (2012). Nuevas tendencias del marketing: el marketing experiencial. *Revista Entelequia*. [Internet]. [citado 28 enero 2019], 14: 237.
16. Morin, C. 2011. Neuromarketing: the new science of consumer behavior. *Society*. [Internet]. 2011. [citado 10 enero 2019]; 48(2): 131-135.
17. Enríquez, A. C. 2013. *Neuromarketing y Neuroeconomía: código emocional del consumidor*. Ecoe Ediciones.
18. Londhe, B. R. (2014). Marketing mix for next generation marketing. *Procedia Economics and Finance*. [Internet]. 2014. [citado 11 enero 2019]. 11: 335-340.
19. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2010). Censo de población y vivienda de Riobamba. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/chimborazo.pdf>.
20. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). [Internet]. España: 2015. Informe sobre los riesgos microbiológicos asociados al consumo de determinados alimentos por niños de 0 a 3 años. Disponible en: [www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riesgos/informes\\_comite/MICRO\\_NINOS\\_0\\_3\\_ANIOS.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/MICRO_NINOS_0_3_ANIOS.pdf)
21. Feig, B. (2006). *Hot Button Marketing: Push the Emotional Buttons that Get People to Buy*. Adams Media.
22. Euromonitor. (2015). Reportes de Investigación de Mercado . Disponible en: <http://www.euromonitor.com/es-reports>.
23. Glimcher, P. W. (2009). *Neuroeconomics: Decision-making and the brain*. London: Elsevier

## *Análisis del código emocional en los estudiantes de la escuela de ingeniería en marketing, para determinar al arquetipo predominante*

*(Analysis of the emotional code in the students of the school of engineering in marketing, to determine the predominant archetype)*

J. Vasco<sup>(1)\*</sup>, O. Parada<sup>(2)</sup>, J. Montufar<sup>(3)</sup>, D. García<sup>(4)</sup>

(1) (3) (4) Grupo de Investigación Innova MKT, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

(2) Profesor Titular, Facultad de Ciencias Sociales y Derecho. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Ave. De las Américas. s/n Guayaquil

\*Correspondencia: Tel.: 0995275001, E-mail: jorgev1209@gmail.com (JA, Vasco Vasco)

### **RESUMEN**

Este proyecto investigativo se realizó con el fin de analizar el arquetipo predominante en los estudiantes de Octavo y noveno semestre de la Escuela de Marketing de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mediante este análisis se identificó el modelo de comunicación que tienen cada uno de los estudiantes con su modelo del mundo característico, los arquetipos aunque no muy populares en un análisis de comportamiento son una herramienta indispensable para definir la personalidad de los individuos en un contexto determinado y su desenvolvimiento en la sociedad de acuerdo a sus códigos emocionales. El presente estudio busca determinar los arquetipos en los estudiantes de marketing. Se realizaron 41 test con preguntas específicas en temas de aprendizaje, comunicación, relaciones interpersonales, modo de trabajo, flexibilidad mental, entre otros. Se presentó mucho interés en los estudiantes para realizar la entrevista y para identificar algunas características que se encuentran en su inconsciente colectivo.

Los principales resultados de la investigación muestran el arquetipo predominante en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Marketing de la ESPOCH con relación a sus códigos

emocionales, que enfoca las características individuales de las personas y sus emociones privadas contenidas.

**Palabras claves:** *Arquetipo, comportamiento, personalidad, relaciones interpersonales.*

### **ABSTRACT**

This research project was carried out with the purpose of analyzing the predominant archetype in the students of Eighth and Ninth Semester of the School of Marketing of the Polytechnical Superior School of Chimborazo, through this analysis the model of communication that each one of the students has identified was identified. With its characteristic world model, the archetypes, although not very popular in a behavior analysis, are an indispensable tool for defining the personality of individuals in a given context and their development in society according to their emotional codes. The present study seeks to determine the archetypes in marketing students. 42 tests were conducted with specific questions on topics of learning, communication, interpersonal relationships, work mode, mental flexibility, among others. There was a lot of interest in the students to conduct the interview and to identify some characteristics that are found in their collective unconscious.

The main results of the research show the predominant archetype in the students of the School of Engineering in Marketing of the ESPOCH in relation to their emotional codes, which focuses on the individual characteristics of the

people and their contained private emotions.

**Keywords:** *Archetype, behavior, personality, interpersonal relationships.*

## 1. Introducción

El objetivo de la investigación fue determinar el arquetipo predominante en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Marketing para el análisis de su código emocional y la toma de decisiones.

Desde este punto de vista se tomó el concepto de marca como persona donde tiene lugar la personalidad. Definiendo los arquetipos y como se definirán los códigos emocionales de los estudiantes y como se comportarán en el contexto.

(Martinez, P, 2008) Manifiesta que: El término “arquetipo” proviene de las palabras griegas “arje” (fuente, principio, origen) y “typos” (impresión, modelo). Los arquetipos son símbolos que representan relaciones especialmente significativas para el ser humano. Por ejemplo, el héroe es el modelo prototípico del valor y el coraje. Los arquetipos son referentes universales, es decir, iconos consistentes a través del espacio (diferentes países y valores) y del tiempo (distintas épocas históricas). El contenido o significado representado por el arquetipo es el mismo a pesar de las diferentes culturas y momentos históricos. Lo que puede variar es la forma de representarlo. Los grandes mitos, leyendas, cuentos, obras literarias, películas de cine... muestran personajes arquetípicos (el rey, el traidor, el sabio, la princesa, la madrastra, entre otros) que remueven a la audiencia porque conectan con la parte más profunda de su psiquismo. Y es que los arquetipos simbolizan relaciones básicas del ser humano con el entorno que le rodea.

Carl Gustav Jung (1875-1961) desarrolló el concepto de inconsciente colectivo, mediante el cual se refería a la existencia de un lenguaje común a todos los seres humanos constituido por símbolos primitivos con los que se expresa un contenido de la mente que está más allá del plano racional. Para este psicoanalista de origen suizo el arquetipo nos remite a símbolos inconscientes y ancestrales, a imágenes primordiales.

El modelo que se utilizó en Millward Brown, basado en una amplia y profunda investigación cualitativa que se realizó en el año 2003 en 14 países del mundo, se estructura sobre 10 arquetipos positivos y sus diez correspondientes sombras.

El rey (el tirano).

El sabio (el charlatán).

El héroe (el villano, el cobarde).

El guerrero (el anarquista).

La amante (El vampiro).

El comediante (el loco).

El mago (el fantasioso).

La princesa (la bruja).

El amigo (el traidor).  
Y la madre (la madrastra).

### **Arquetipos**

Los arquetipos permiten identificar el comportamiento personal de un individuo y su desenvolvimiento en el lugar en el que se encuentra, por medio de las cualidades que lo definen, es así que Carl Jung da a conocer los 12 arquetipos que predominan en la personalidad de un individuo.

El arquetipo dice Jung que no son conceptos filosóficos, sino trozos de la vida misma, imágenes unidas al individuo por el puente de las emociones. Además, son los contenidos que constituyen el inconsciente colectivo: se trata de imágenes primordiales, dinámicas, innatas y heredadas que funciona espontáneamente, cuando surge la ocasión, y operan de un modo similar en todos los humanos. (1)

### **Para que sirven los arquetipos**

Jung derivó su teoría del inconsciente colectivo, de fenómenos psicológicos que encontró en la psique de sus pacientes, los cuales no podían ser explicados con base en la experiencia personal, fruto del olvido o de la represión. Descubrió además que varios de estos contenidos guardaban similitudes con temas mitológicos y religiosos del pasado cultural de los pueblos, sin que hubiera una referencia individual que los explicara. Eso lo llevó a pensar que se trataba de la influencia de componentes colectivos que podían manifestarse de manera simbólica en eventos especialmente intensos de la vida de los individuos. En sus primeras obras Jung dijo que el inconsciente colectivo estaba conformado por «imágenes primordiales» que provenían de la historia pasada de la humanidad.

Los arquetipos surgen del núcleo mismo de la experiencia humana, representan cualidades positivas y negativas que hay dentro de cada uno de nosotros. Cada arquetipo representa un patrón fijo particular del comportamiento humano; como las deidades de la antigua Grecia y Roma, los dioses y diosas de la guerra, el amor, de la curación. Los arquetipos están encarnados en los caracteres que aparecen en los mitos y el folclor de todas las edades. El ser humano responde a los arquetipos porque reflejan aspectos de su propio inconsciente. (2)

Los arquetipos son la clave del poder del ser humano. Cada uno es un programa informático completo, con su propio conjunto de mitos y su propio almacén de símbolos y leyendas asociadas a cada uno de esos mitos. Todo lo que hace, piensa, calcula el ser humano recorren instantáneamente la red arquetípica. (3)

Jung sentía que ciertos arquetipos específicos desempeñan papeles especiales en el moldeamiento de la personalidad. La persona (un arquetipo cuyo significado surge del término latino para “máscara”) es el elemento de la personalidad que se proyecta ante los demás, un caparazón que se forma alrededor de nuestro yo interno. Para algunas personas, el yo público predomina tanto que pierden contacto con su sentimiento internos, lo que conduce a desajustes de la personalidad. (4)

Sin embargo, si la suposición de la herencia es puesta de lado y se considera que los

arquetipos representan las formas simbólicas importantes, quizá determinadas por la cultura en lugar de por la genética, entonces el concepto de los arquetipos pueden ser más aceptables. (5)

Los arquetipos son patrones heredados de pensamiento que están presentes en el inconsciente individual pero tienen su origen en la experiencia colectiva de la humanidad. “Son formas básicas de existencia susceptibles de despertarse, activarse y transformarse. Aluden a diversas maneras de pensar, sentir y actuar que se evidencian en roles y comportamientos de los individuos” (6)

Las personas interesadas en los procesos de crecimiento humano y el desarrollo, pueden entender los arquetipos como guías en las travesías. Cada arquetipo que ingresa en la vida trae consigo una tarea, una lección y un don. Todos los arquetipos en conjunto enseñan cómo vivir. Y lo mejor de todo es que los arquetipos se encuentran en el interior. (7)

Los arquetipos son de naturaleza multidimensional y polivalente, y pueden darse en el interior de la psicología humana y en su correspondiente exterior, pudiendo a su vez ser de carácter positivo o negativo, benigno o destructivo, admirable o innoble, profundo o trivial. En su vertiente astrológica, un mismo individuo puede estar en el extremo activo o en el receptivo de dicha estructura arquetípica. (8)

Carl Gustav Jung llama imágenes arquetípicas a aquellos contenidos del inconsciente del hombre moderno, que se asemejan a los productos de la mente del hombre antiguo. Al igual que el ser humano ha evolucionado físicamente, conservando sin embargo vestigios del hombre primitivo, también en la evolución psíquica siguen coexistiendo restos primitivos, pese a la innegable evolución de la Humanidad. Ya Freud había observado y comentado cómo, con frecuencia, en el sueño surgen aspectos que no son individuales y que no pueden derivarse de la experiencia personal del soñante. A esos elementos les llama «remanentes arcaicos, formas mentales cuya presencia no puede explicarse con nada de la propia vida del individuo y que parecen ser formas aborígenes, innatas y heredadas por la mente humana». (9)

Los arquetipos son sistemas de aptitud para la acción y, al mismo tiempo, imágenes y emociones. Se heredan con la estructura cerebral, en verdad, son su aspecto psíquico. Por un lado, representan un conservatismo instintivo muy fuerte, y por otro, constituyen el medio más eficaz concebible para la adaptación instintiva. Así que son, esencialmente, la parte infernal de la psique, aquella parte a través de la cual la psique se une a la naturaleza. Los arquetipos se presentan como ideas e imágenes, al igual que todo lo que se convierte en contenido consciente. Los arquetipos son factores que ordenan los elementos psíquicos en ciertas imágenes, caracterizadas como arquetípicas, pero de tal forma que sólo se pueden reconocer por los efectos que producen. (10)

Los arquetipos aparecen en el pensamiento con imágenes mentales típicas o representaciones que hacen que el ser humano tome decisiones a lo largo de su vida sobre cuál es su camino en este mundo.

### *Código Emocional Del Ser Humano*

El código emocional es la representación humana y espiritual de las herencias e historias que enmarcan las necesidades, deseos, caprichos, temores, experiencias, y fantasías del ser

humano. Surge no solo de poseer un cerebro Tri-uno y de entender la genética de las personas, ya que encierra las tendencias de siglos y siglos de adaptación al mundo y a su comercio. Este crea verdades para cada consumidor asumiendo las tendencias de los grupos sociales definiendo a estos mismos, y desarrollando nuevas tribus. (11)

El código emocional pretende ofrecer una visión ontológica del ser humano para comprender los fenómenos prácticos o existenciales, desde este punto de vista quizás las emociones tengan mucho que ofrecer porque son el lugar más inmediato de la contradicción humana, el lugar donde la dualidad aparece con más evidencia en la vida cotidiana: sentir cosas que no quieres, dejarse llevar por impulsos de los cuales después se puede arrepentir. Todas las experiencias gozan de una interminable bibliografía desde hace miles de años, en consecuencia, se centra la atención de los fenómenos emocionales como fuente de la identidad. (12)

Se atribuye un importante papel al conocimiento de uno mismo y a la sensibilidad frente a otros. Lo que Gardner denomina inteligencia intrapersonal o interpersonal, tanto en la vida profesional como en la privada, se plantea si no debería incluso situarse por encima de otras formas de inteligencia: como una forma de inteligencia más amplia a una inteligencia verdaderamente nueva; una forma destinada en definitiva a asumir el control sobre las inteligencias de “orden primario”. (13).

El código emocional tiene una finalidad aumentar el cociente intelectual. Empieza en el cerebro, en la medula espinal donde tiene lugar a las primeras sensaciones que debe viajar hasta la parte frontal del cerebro para que se pueda pensar racionalmente en una experiencia. Pero antes debe pasar por el sistema límbico, donde se experimentan las emociones. La inteligencia emocional requiere una comunicación efectiva entre los centros racional y emocional del cerebro. (14)

La experiencia emocional es a la vez evidente e incognoscible, es la cosa en sí misma, el número kantiano. Psicoanalizar es precisamente transformar esa experiencia emocional actual en una interpretación. La función de la interpretación es precisamente lograr el avance, termino cuya traducción más aceptable sería **percatarse** (15)

“El código emocional es la capacidad de sentir, entender y aplicar eficazmente el poder y la agudeza de las emociones como fuente de energía humana, información, conexión e influencia” (16)

Así como también se manifiesta que el código emocional es la capacidad para reconocer los sentimientos propios y los de los demás, motivarnos a nosotros mismos, para manejar acertadamente las emociones, tanto en nosotros mismos como en nuestras relaciones humanas”. (17)

Se dio a conocer que el código emocional es un manual revolucionario para liberarte de los bloqueos energéticos causados por las emociones que no se permiten expresar en algunos momentos de la vida. Dichas emociones, atrapadas en el cuerpo, son causa de malestar, estrés, enfermedad, fracasos profesionales y sentimentales. (18)

El código emocional está presente en todos las personas del planeta, es una representación humana y espiritual de las herencias e historias que enmarcan las necesidades, deseos, caprichos, temores, experiencias y fantasías del ser humano.

El llamado código de la emoción es un método de autoayuda que a menudo produce maravillosos resultados y fantásticos beneficios de la naturaleza tanto física como emocional. Sin embargo, es un descubrimiento relativamente nuevo y no ha sido estudiado a fondo todavía, nuestras emociones realmente dan color a nuestras vidas, trata de imaginarte por un momento un mundo donde las emociones no existieran, la alegría no sería posible ni tampoco ningún sentimiento de felicidad, dicha compasión o amabilidad. El amor no podría sentirse, así como ningún sentimiento positivo. (19)

Si se aborda las emociones como respuesta del individuo ante la realidad se puede decir que es una forma de resistencia, cuando la realidad transcurre de formas que no encajan en nuestras previsiones, incluye acontecimientos para los que no se está preparados, se resiste, se abre un proceso interno para poder digerir ese suceso y sus implicaciones. Cuanto más rígida y preconcebida es la visión de la realidad para una persona mayor intensidad emocional presentará. Desde el punto de vista del cuerpo, las emociones “son estados funcionales dinámicos del organismo, que implican la activación de grupos particulares de sistemas efectores, visceral, endocrino y muscular y sus correspondientes estados o vivencias subjetivas” (20)

## 2. Materiales y Métodos

Para la investigación se tomó como muestra a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Marketing, para la determinación de los resultados se impartió una clase demostrativa de la cátedra de la Psicología del Consumidor, posterior a esta se aplicó un test a cada uno de los estudiantes para identificar a que arquetipo corresponde cada uno.

El diseño de la investigación es transversal porque recolecta datos e información de un solo periodo, para el desarrollo del estudio que se analizará la personalidad de los estudiantes de Marketing frente a los arquetipos predominantes que se encuentran en el inconsciente de las personas.

Se utilizó el método analítico porque se obtuvo los resultados para posteriormente sacar conclusiones en cuanto al estudio en base a los arquetipos predominantes en los estudiantes de la carrera.

Una de las principales actividades que se realizó para el análisis de los arquetipos de los estudiantes de la escuela de marketing es el Test para identificar arquetipos, este test está distribuido por 10 preguntas las cuales contienen variables de selección múltiple y se distribuyen de diferentes cualidades de cada uno de los arquetipos que estas pueden reflejar la personalidad del objeto de estudio.

Al finalizar este test se dio a conocer a los estudiantes las características de los arquetipos más predominantes en las personas, y se tomó en cuenta estos cuatro importantes como lo ha considerado Carl Jung:

**El guerrero:** está consciente de que el mal, la justicia y la deshonestidad existen. La tarea del guerrero es defender a los débiles y a los pobres, además es considera que no hará acciones para dañar a los otros sin necesidad alguna. Es importante utilizar la menor fuerza posible para defender límites personales. Se hace responsable de los problemas propios y ajenos tratando de obtener la victoria. El guerrero hace introspección se ofende o se siente humillado

cuando pasa por alto algún desprecio o algo incorrecto sin hacer nada al respecto.

**El amante:** es conservador en el amor trata de buscar su otra mitad o al menos llenar el vacío de un amor, aman a su manera, pero con todo el corazón. Le gusta la unión de grupos, familiar o de parejas. Se identifica por la pasión, gratitud, aprecio, creatividad, imaginario y el compromiso. La debilidad del amante es la preocupación por los demás por comprenderlos y con el riesgo de perder su identidad.

**Sabio Rey:** Trata de entender y analizar las situaciones que se dan en su alrededor, lo que sucede con la gente, las leyes del universo. Se caracterizan por ser honestos cueste lo que les cueste, son analíticos, atentos, filósofo, pensador, planificador, investigador metódicos sin control. El lema es “la verdad nos hará libres”. Su temor es ser engañados y la ignorancia.

**El mago:** se definen por hacer que las cosas sucedan, su talento la búsqueda de soluciones que beneficien a todos, trata de comprender los misterios y la parte oscura del universo para que sea útil. Son optimistas con los sueños que quieren lograr. Su debilidad es ser menos analítico que el sabio y miedo a las consecuencias negativas no planeadas.

### 3. Resultados y Discusión

Se utilizó la técnica de observación directa con los objetos de estudio. y se realizó un test de arquetipos.

La hipótesis de la investigación es: El arquetipo predominante en los estudiantes de Octavo y Noveno semestre de la Escuela de Ingeniería en Marketing de la ESPOCH tienen relación con el análisis del código emocional.

En el código emocional se tomó en cuenta la importancia de las características individuales de las personas analizadas determinando 4 arquetipos de acuerdo su nivel de personalidad y sus emociones privadas contenidas.

## ANÁLISIS DEL ARQUETIPO PREDOMINANTE EN LA ESCUELA DE MARKETING

Tabla 1. Arquetipos predominantes.

VARIABLES	TOTAL
A. GUERRERO	102
B. AMANTE	160
C. SABIO REY	68
D. MAGO	80

Fuente: Investigación de campo  
Autor: Los autores

■ A. GUERRERO ■ B. AMANTE ■ C. SABIOREY ■ D. MAGO

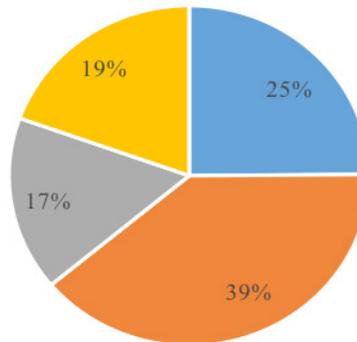


Gráfico 1. Arquetipos predominantes.  
Fuente: Investigación de campo.

### Análisis

En la investigación realizada a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Marketing, se pudo identificar al arquetipo predominante que es el amante con un 39%, este arquetipo tiene como objetivo evitar conflictos y sus características que lo definen; fiel a compromisos, trabaja en equipo, motivado por la amistad, sencillo, difícil de negarse, creativo, servicial, empático e imaginario.

Un mercadólogo debe caracterizarse con este arquetipo ya que lo define como una persona que le gusta desenvolverse en el ámbito laboral y en las relaciones públicas. Además, es creativo le gusta solucionar problemas, definiendo también su perfil.

### Discusión

Se tomaron 2 preguntas relevantes para el análisis estadístico y comprobar la hipótesis propuesta

ANÁLISIS DEL CODIGO EMOCIONAL.- Descripciones importantes del estudiante  
ARQUETIPO PREDOMINANTE.- Comportamiento en el contexto (aula de clases)

■ a. Osado ■ b. Comprensivo ■ c. Perfeccionista ■ d. Simpático

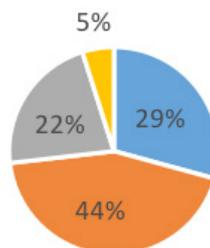


Gráfico 2. Descripción del estudiante de Marketing.  
Fuente: Investigación de campo.

El análisis tomado en cuenta para encontrar el arquetipo más influyente en los estudiantes fue la descripción que identifica una parte de su comportamiento dentro de las aulas de clase, el 44% dice ser comprensivo, él es capaz de comprender las actitudes o emociones de los demás compañeros y de ser fraterno con ellos.

El 29% es osado, los estudiantes de la carrera de Marketing se atreve a enfrentar situaciones dificultosas con valor e integridad, el 22% es perfeccionista, tiende a buscar la perfección en todas las actividades que realiza, tiende a mejorar siempre pero a veces no concluye los trabajos realizados.

Solo el 5% de los estudiantes es simpático 5% tiene una visión de la vida y de las actividades diarias que le permite verla sin preocupaciones. Son personas que te miran a los ojos y sabe escuchar cuando lo necesitas.

*Tabla 2. Análisis de variables.*

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
a. OSADO * En el aula eres	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%
b. COMPRENSIVO * En el aula eres	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%
c. PERFECCIONISTA * En el aula eres	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%
d. SIMPATICO * En el aula eres	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%

*Nota. No existen casos perdidos para el análisis de las variables.*

Tabla 3. Tabla cruzada de variables.

		En el aula eres				Total	
		Organizado	Poco ordenado	Detallista	Despreocupado		
<b>b. COMPRENSIVO</b>	<b>MUY IMPORTANTE</b>	Recuento	0	10	5	0	15
		Recuento esperado	3,3	7,0	2,2	2,6	15,0
		% del total	0,0%	24,4%	12,2%	0,0%	36,6%
	<b>IMPORTANTE</b>	Recuento	6	1	1	5	13
		Recuento esperado	2,9	6,0	1,9	2,2	13,0
		% del total	14,6%	2,4%	2,4%	12,2%	31,7%
	<b>NEUTRAL</b>	Recuento	0	7	0	1	8
		Recuento esperado	1,8	3,7	1,2	1,4	8,0
		% del total	0,0%	17,1%	0,0%	2,4%	19,5%
	<b>POCO IMPORTANTE</b>	Recuento	3	1	0	1	5
		Recuento esperado	1,1	2,3	,7	,9	5,0
		% del total	7,3%	2,4%	0,0%	2,4%	12,2%
	<b>Total</b>	Recuento	9	19	6	7	41
		Recuento esperado	9,0	19,0	6,0	7,0	41,0
		% del total	22,0%	46,3%	14,6%	17,1%	100,0%

Los estudiantes de la Escuela de Marketing se describen a sí mismos como poco ordenados en un 46.3%. El desorden podría ser por la cantidad de actividades como estudiante, la falta de tiempo, motivación o considera que existen cosas más importantes que planificar sus tareas.

El 22% si mantiene un orden adecuado en sus actividades como estudiante dentro de la institución y considera que prever es muy importante en su vida como estudiante.

El 17.1% es despreocupado, el estudiante no se preocupa de ajustarse a los acuerdos sociales y no sigue creencias, sentencias o usos habituales.

El 14.6% de los estudiantes se considera detallista en las actividades realizadas dentro de la Escuela de Marketing, y manifiesta además que es muy importante estar vinculado a todas las actividades que realiza la institución, la Facultad de Administración de Empresas y de la Escuela de Marketing.

## Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	33,098 <sup>a</sup>	9	,000
Razón de verosimilitud	40,611	9	,000
Asociación lineal por lineal	,998	1	,318
N de casos válidos	41		

a. 14 casillas (87,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,73.

El valor de  $X^2 = 33,098$   $gl = 9$   $p = 0,000$ , como la significancia asintótica es menor que 0,05 es decir que se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa la misma que tiene relación significativa entre las variables el arquetipo predominante y el análisis del código emocional (descripción con la que se identifica la persona).

Los códigos emocionales principales de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Marketing son: La autoestima. Como se ve, se ama primero a sí mismo, conoce las propias fortalezas y hace conciencia para mejorarlas.

El idealismo, este arquetipo se enlaza con causas que vale la pena luchar, se involucra en la política, en la vinculación con la sociedad. La creatividad, tienen momentos muy frecuentes de inspiración y creatividad. Habilidades de relación, el amante ha desarrollado la capacidad de ingresar inmediatamente en contacto con los demás. Traducido al código emocional en habilidades para escuchar, empatía y liderazgo.

## 4. Conclusiones

De acuerdo a los códigos emocionales el estudiante de Ingeniería en Marketing de la ESPOCH tienen un arquetipo denominado El Amante, no hay que engañarse con el nombre, estos tipo de personas son muy perseverantes y hacen que las cosas sucedan, sus actividades son enfocadas en su pasión sin miedo a expresar su afecto por las cosas. Por otra parte representa el lado más materialista de los arquetipos, porque sus sentidos están tan amplificadas que van detrás de marcas que están en el mercado y pueden considerarse bellas o de lujo.

Toda marca que se centre en la activación de varios sentidos tiene algo que ver con el arquetipo el amante, por lo que este proyecta pasión por todo lo que hace y en sus relaciones interpersonales

Los resultados mostrados en la investigación que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Marketing poseen un arquetipo identificado con el amante, denotando una personalidad apasionada por sobre todas las cosas en las que se desenvuelven lo que tiene estricta relación con la carrera que han elegido dentro del campo profesional ya que se puede evidenciar que de acuerdo con sus particularidades llegaran de una manera eficiente a los consumidores y puedan garantizar éxito dentro de su ámbito laboral.

Los análisis comprueban que la personalidad de cada uno de los individuos objetos de prueba no solo se enfoca en el tema romántico sino en la fuerza del amor con la que representan cada espacio de su vida. Es así como tan fuerte puede ser el amor entre familia, amigos y por las actividades cotidianas que realizan.

El entusiasmo y compromiso transmiten todos los esfuerzos para generar un grado alto de satisfacción en cualquiera de los ámbitos en los que tiene inferencia, creando estrategias que reconozcan el trabajo en equipo y el compromiso que proyecta en sus relaciones personales. Con el trabajo realizado se justifica la hipótesis constituida al inicio de la investigación en donde las características de la mayoría de los estudiantes han escogido de la manera más idónea la preparación universitaria, y que todos los rasgos de su personalidad se identifican con el arquetipo más pertinente enfocado a sus acciones competitivas.

De manera general algunas de las características que hay que trabajar de forma conjunta entre educandos, tutores y docentes para alcanzar el máximo potencial de los estudiantes de Marketing son: La pasividad, lo importante sería generar inactiva en los estudiantes, comúnmente la pasividad está asociada al miedo, la intimidación, sentirse incapaz de realizar las actividades y cumplir un objetivo, al estudiante le gustan las clases interactivas y con metodologías participativas – reflexivas, le gustan las anécdotas e historias. Dentro de su relación hacia los demás los mercadólogos son agradables en su trato, son comprensivos, tranquilos, les gusta tener buenas relaciones interpersonales y generar un ambiente de tranquilidad en su contexto.

## **Bibliografía**

1. Fienco Valenica, G., & Itúrburo Salazar, J. (2012). *La inteligencia emocional en el éxito empresarial: potenciación del proceso supply chain*. Abya Yala.
2. Atarama, T. (2017). *Los arquetipos como herramienta de construcción de historias*. Primavera. Recuperado el 03 de 02 de 2019, de <http://www.educarjuntos.com.ar/wp-content/imagenes/arquetipos.pdf>
3. Bach E, F. A. (2008). *La asertividad: para gente extraordinaria*. Barcelona: Plataforma Editorial.
4. Baroja, J. C. (1991). *De los arquetipos y leyendas*. Madris : ISTMO.
5. Bradley, N. (2018). *El código de la emoción*. Madrid. Recuperado el 03 de 02 de 2019, de [https://books.google.com.ec/books?id=o1NYCwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=que+es+el+código+emocional&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi\\_nKKOmqlgAhWmtlkKHcThBVMQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.ec/books?id=o1NYCwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=que+es+el+código+emocional&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi_nKKOmqlgAhWmtlkKHcThBVMQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true)
6. Carl, J. (1991). *Arquetipos e inconsciente colectivo*. Barcelona.: Editorial Paidós Ibérica. .
7. Cisneros , A. (2013). *Neuromarketing y Neuroeconomía*. Bogota: ECOE- EDICIONES .
8. Cisneros Enriquez, A. ( 2012). *Neuromarketing y neuroeconomía. Código emocional del consumidor*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
9. Cloninger, S. (2010). *La teoría de la Personalidad*. México: PEARSON.
10. Conde, A. (2003). *De arquetipos, cuentos y caminos*. Bogotá: Sic.

11. Enríquez, A. C. (2013). *Neuromarketing y neuroeconomía: código emocional del consumidor (2a. ed.)*. Ecoe Ediciones.
12. Enríquez, A. C. (2013). *Neuromarketing y neuroeconomía: código emocional del consumidor*. Madrid: Ecoe Ediciones. Fernández, P. (2009). *Tesis*. Madrid.
13. Fillola, A. M. (2006). *El intertexto lector: el espacio de encuentro de las aportaciones del texto con las del lector*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
14. Goleman, D. (2012). *El cerebro y la inteligencia emocional*. Barcelona: Ediciones B, S.A.;
15. Greaves, J. (2010). *Inteligencia emocional 2.0 Estrategias para conocer y aumentar su coeficiente*. Argentina: Esic.
16. Guil, A. (2006). *El papel de los arquetipos en los actuales estereotipos sobre la mujer*. Red Comunicar.
17. Jiménez, A. (2018). *Inteligencia Emocional*. Madrid: Lua. Recuperado el 03 de 02 de 2019, de [https://www.aepap.org/sites/default/files/457-469\\_inteligencia\\_emocional.pdf](https://www.aepap.org/sites/default/files/457-469_inteligencia_emocional.pdf)
18. Jung, C., & Campbell, J. (1994). *Espejos del yo Imágenes arquetipas que dan forma a nuestras vidas (Vol. 3ra edición )*. Barcelona: Kairos.
19. Nelson, B. (2016). *El código de la emoción: cómo liberar tus emociones atrapadas para gozar de salud, amor y felicidad. La Esfera de los Libros*. Barcelona.
20. Rodríguez Valls, F. (2015). *El sujeto emocional, la función de las emociones en la vida humana*. Sevilla: Editorial Thémata.

# *Análisis contable y financiero: Una herramienta clave para la eficiente gestión financiera y contable en la empresa*

*(Accounting and financial analysis: A key tool for efficient financial and accounting management in the company)*

B. Riera <sup>(1)</sup> \*, N. Alarcón <sup>(2)</sup>, N. Jiménez <sup>(3)</sup>, J. Cevallos <sup>(4)</sup>

- (1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (2) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (3) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (4) Instituto Tecnológico Superior Eugenio Espejo

## **RESUMEN**

El análisis financiero y contable es fundamental para evaluar el rendimiento real económico, financiero y contable de una empresa, detectar dificultades y aplicar las medidas correctivas necesarias para resolverlos. La información contable que se refleja en los estados financieros como el balance general, cuenta de resultados, y el estado de flujos de efectivo en forma de datos resumidos. Sin embargo, para que los datos sean útiles para los usuarios de los estados financieros y contables, deben estar claramente analizados. Algunas de las maneras de analizar incluyen el uso de ratios, análisis de flujo de efectivo y análisis vertical y horizontal. De este contexto, en este estudio se evaluó la importancia del análisis financiero y contable como una herramienta clave para administrar la empresa eficientemente. El estudio fue analítico en el ámbito de aplicación con diseño documental basado en los fundamentos teóricos de diversos autores. Los resultados más relevantes del análisis indicaron que las empresas, privadas, instituciones públicas y de gobierno hacen hincapié en el uso de análisis de estados financieros como una herramienta para determinar la liquidez, solvencia, precio de las acciones, rentabilidad, crecimiento del negocio y pronósticos.

**Palabras clave:** contable, financiero, eficiencia, gestión, empresa

## **ABSTRACT**

The financial and accounting analysis is fundamental to evaluate the real economic, financial and accounting performance of a company, detect difficulties and apply the necessary corrective measures to solve them. The accounting information in the form of financial statements such as the balance sheet, income statement, and the statement of cash flows in the form of summary data. However, for the data to be useful for the users of the financial and accounting statements they must be analyzed. Some of the ways to analyze include the use of ratios, cash flow analysis and vertical and horizontal analysis. In this context, this study will evaluate the importance of financial and accounting analysis as a key tool to manage the company efficiently. The study will be analytical in the scope of application with documentary design based on the theoretical foundations of various authors. The most relevant results of the analysis indicate that companies, private, public and government institutions emphasize the use of financial statement analysis as a tool to determine liquidity, solvency, share price, profitability, business growth and forecasts.

**Keywords:** accounting, financial, efficiency, management, company

## 1. Introducción

Los estados financieros deben ser fiables, relevantes y comprensibles por las personas que están dispuestas a estudiar la contabilidad, negocios, y las actividades económicas de una empresa. El Análisis de Estados financieros logran este objetivo mediante el establecimiento de la relación entre el contenido de los Estados financieros. El objetivo del análisis es establecer las debilidades y fortalezas de la empresa y su impacto en el rendimiento. El rendimiento financiero es el nivel al que se han logrado los objetivos financieros de una empresa. Conlleva la monetización de los resultados de las operaciones y políticas de la empresa. Por lo tanto, el análisis financiero permite a los usuarios de Estados financieros a entender todos los aspectos con respecto a la eficiencia operativa, solidez y solvencia de la empresa. Los análisis de Estados financieros al respecto, incorpora las herramientas y métodos de evaluación y la interpretación histórica y actual financiera resultados para plan y previsión de resultados futuros [1] Con lo expuesto, este estudio bibliográfico consistirá en evaluar y analizar la opinión de diversos autores en referencia al análisis de Estados financieros.

## 2. Metodología

Durante el análisis de la revisión bibliográfica, se evaluarán los siguientes temas en referencia a los objetivos del análisis de Estados financieros:

- a) Investigar la solidez, la estabilidad financiera y el desempeño financiero de la empresa.
- b) Evaluar y valorar la capacidad de ganancia de la empresa.
- c) Evaluar y estimar las acciones, capital, activos fijos y otros, de la empresa.
- d) Determinar y estimar las posibilidades de crecimiento futuro del negocio.
- e) Evaluar y valorar la capacidad de la empresa y la capacidad de resolver las obligaciones de deuda.
- f) Investigar la eficiencia operativa de la empresa.
- g) Evaluar y predecir el rendimiento futuro y el desarrollo de la empresa preparar presu puestos y pronósticos.

## 3. Desarrollo y Discusión

- a) *Investigar la solidez, la estabilidad financiera y el desempeño financiero de la empresa*

Los resultados de esta investigación bibliográfica indican que las empresas que operan en el sector inmobiliario han visto mejoradas las tendencias económicas, con fuertes y crecientes precios de la vivienda en los últimos años. [2] Además, han bajado las tasas de interés, permitiendo a las empresas inmobiliarias mejorar el rendimiento debido a la creciente hipoteca refinanciación de actividades, crecimiento macroeconómico reforzado y el cliente mejora pendiente. Sin embargo, el artículo señala que el auge en el sector inmobiliario, especialmente en el aspecto comercial, ha contribuido a problemas bancarios. Por ejemplo, la fuerte reducción en precios de la propiedad comercial ha llevado a la reducción general de rentabilidad, y calidad de los activos reducidos, haciendo que muchas instituciones financieras sufran crisis económicas. Por lo tanto, en la investigación la valoración adecuada de las instituciones financieras tiene relación directa con la estabilidad financiera [2]

Para los análisis financieros es necesario indagar la solidez, estabilidad financiera y el rendimiento de las empresas en el sector inmobiliario. Algunas de las pautas recomendadas en

el artículo son el uso de indicadores de solidez financiera (FSI), y un marco basado en Excel para uso en la industria de banca y finanzas. El enfoque sugerido permite a los bancos medir su desempeño en relación a otros bancos. Por ejemplo, gastos de donaciones al indicador de ingresos permite a los bancos para „medir el tamaño de los gastos administrativos a ingresos brutos (donaciones además de margen de intermediación) [3]

Los resultados del artículo indican que estabilidad y solidez financiera de una empresa depende de varios factores internos y externos, clasificados en los niveles macro de cada empresa. Postulados como las teorías de finanzas, negocios clásicos confirman que el retorno sobre activos (ROA) es la herramienta más eficaz para determinar y supervisar el estado financiero de la empresa. Ingresos por ventas, totales de gastos y la estructura de activos de operación son importantes indicadores de la aceptable ROA [3]

Avlokulov confirma que el uso de ROA permite a una empresa determinar la tendencia a largo plazo de su salud financiera, así como indicar cómo se toman las decisiones. El ROA indica una posición verdadera y confiable de la salud financiera de la empresa midiendo el uso de activos y ganancias. La estructura de activos ofrece un requisito y fundamento para la presencia de la empresa, mientras que el nivel de ganancia indica muestra el nivel al que está operando la empresa. Por lo tanto, una combinación de los dos indicadores que reflejan la estabilidad muestra cómo una empresa está utilizando el capital invertido para generar beneficios [3]

De acuerdo al artículo “ Indicadores de solidez financiera y las características de los ciclos financieros ” indican que la mejora de resultados en indicadores de solidez financiera (FSIs) están vinculados a las crisis más cortas y más suaves en el sector bancario. El artículo también ha encontrado que mejora FSIs durante tiempos de crisis empeora la contracción del crédito, mientras que amplifica el ciclo. Por lo tanto, los autores sugieren que los responsables políticos sean considerados de la sincronización de los cambios en las regulaciones que afectan a FSIs los bancos [4]

El artículo confirma que el análisis financiero como el FSIs son herramientas tan importantes y pertinentes para medir la solidez de las instituciones financieras. Por ejemplo, bancos muy capitalizados con liquidez adecuada están en una mejor posición para manejar riesgos y shocks inesperados de otros bancos. Además, cuando el ciclo del crédito es en el lado negativo, el más los activos líquidos y activos de capital ratios, más la magnitud de la contracción del crédito. Sin embargo, los bancos con mayor liquidez y capital en el inicio de un ciclo de baja experimentan contracción del crédito más corto o más moderado [4] Entre las conclusiones del artículo son que los ratios financieros son instrumentos muy útiles y ampliamente utilizados para evaluar el desempeño de la empresa. Por lo tanto, los inversionistas y acreedores en el sector de la línea aérea suelen analizar ratios financieros de la empresa para tomar decisiones si el riesgo es digno sus inversiones de capital [5]

El autor utiliza datos financieros para analizar Estados financieros de las compañías aéreas Scandinavian Airlines (SAS) y de Finnair. Él entonces utiliza el análisis como indicadores de buena eficiencia operativa, rentabilidad, y los procesos de toma de decisiones en la identificación de la línea aérea de preferencia. Por ejemplo, el retorno de la relación de Capital (ROC) muestra la recompensa que los propietarios de capital de arriesgar sus inversiones en la industria aérea. Según las estadísticas de la IATA, esta relación ha sido siempre inferior al coste de capital (WACC), hasta 2014. Por lo tanto, antes de esta capital los inversores han

incurrir pérdidas debido a altos costos operativos y una feroz competencia entre otros desafíos. Sin embargo, en el año 2015, la industria aérea se dio cuenta de más de rendimiento financiero sólido y estable como se ve en la relación ROC, que mejoró a 8.3%, creando así un valor significativo para los inversores [5] Otro de los artículos determina que el análisis de Estados financieros es la declaración más importante en las decisiones de inversión. Por lo tanto, según una medida de asociación, hasta 82% de las decisiones de inversión dependen de análisis de Estados financieros, mientras que el restante 18% a otros factores. [6]

Para medir el rendimiento, estabilidad y solidez financiera, los autores utilizaron diferentes proporciones incluyendo las ganancias por acción (EPS). EPS de banco de Kigali en 2007 aumentó agudamente, 497%. Esto era un indicador de rentabilidad mejorada cuando los tenedores de acciones de 64 millones de dólares a 325 millones de dólares. El Banco también experimentó un rendimiento mejorado en el 2010, cuando propiedades revalorizados causaron las ganancias diluidas aumentar de \$289 en 2009 a \$591 millones de dólares [6]

### **Evaluar y valorar la capacidad de ganancia de la empresa**

Resultados de los artículos investigados indican que, debido a su simplicidad, el análisis de cociente se utiliza más con frecuencia que otras herramientas en la realización de análisis financiero. Sin embargo, esta técnica viene con ventajas y desventajas, que afectan a la validez y calidad de información disponible para los usuarios de Estados financieros [7]

En la determinación de que la empresa de ganar capacidad, los autores confirman que el análisis financiero mediante ratios proporciona información en el estado de la empresa de productividad, rentabilidad y valor de mercado. Por lo tanto, ratios tales como retorno sobre activos (ROA), rentabilidad de facturación, y retorno sobre el capital (REC) indican la capacidad y eficiencia de la empresa para generar ganancias (ingresos por ventas y ganancias) de capital de inversión [7]

Los ratios financieros son herramientas básicas utilizadas para analizar situaciones financieras y el desempeño de empresas. Adicionalmente, los ratios financieras son valores numéricos y son recuperado de los estados financieros de la compañía. El análisis basado en ratios financieros es el método más importante para evaluar una empresa. Es decir, el desempeño desde diferentes aspectos del negocio. Las razones financieras se definen como relaciones determinadas a partir de la información financiera de una empresa y utilizadas para fines de comparación. Son considerados como los óptimos. [7]

El artículo determina que los proveedores de capital utilizan información contable de diferentes maneras; los analistas SELL SIDE equidad proporcionan información sobre pronósticos de ganancias, los precios objetivo y recomendaciones comunes, mientras que analistas de compra utilizan información financiera, incluyendo la proporcionada por parte de analistas para apoyar las decisiones de inversión de sus carteras [8]

Los autores determinan que analistas financieros ofrecen a los inversionistas de EQUITY con información sobre los rendimientos de valores ajustados al riesgo. El análisis compartido determina que la empresa objetivo de ganar capacidad indicando si sus acciones son más/subvaluada en relación a la prevista ingresos futuros o flujos de efectivo. Por lo tanto, análisis financiero permite a los inversores determinar los rendimientos futuros de una empresa y del

mismo modo el futuro retorno de sus inversiones [8]

Resultados del trabajo indican que los usuarios de información financiera, como los acreedores, accionistas a menudo evaluación Estados financieros para fines de investigación de la capacidad de la empresa para realizar sus operaciones eficientemente. Por lo tanto, las operaciones de negocios de las empresas implican recolectar suficiente dinero para pagar las obligaciones y gastos [9]

Según el artículo, el análisis financiero es una herramienta fundamental para determinar la capacidad de ganancias de la empresa. Por ejemplo, un ratio de cobertura de interés altas es un fuerte indicador de solvencia, y capacidad de una empresa al servicio de sus obligaciones de deuda con las ganancias operativas. Por lo tanto, la cobertura de alto interés indica capacidad de la empresa para utilizar sus fuentes de financiamiento de manera eficiente [9]

El artículo determina que el retorno en razón de la inversión (ROE) es la medida más importante de la rentabilidad de la empresa, tiene en cuenta la financiación, fiscalidad, inversión y decisiones de funcionamiento hecho [10]

Por lo tanto, el autor sostiene que los inversionistas y los acreedores tienen un gran interés en ganar poder (rentabilidad), que se mide con ventas retorno sobre ventas, retorno sobre activos y retorno sobre capital. En vista de esto, es crucial en la determinación de análisis financiero mediante ratios de rentabilidad el éxito de operación o ingresos de una empresa en un periodo dado en el tiempo [10]

b) *Evaluar y estimar las acciones, capital, activos fijos y otros, de la empresa*

Resultados del artículo indican que ciertas relaciones pueden proporcionar relaciones positivas, fuertes e importantes a las tendencias y comportamiento del precio de las acciones. De los ratios mencionados, ROE, ROA y ratio de beneficio neto son los más efectivos en la predicción de los precios de las acciones en un determinado sector industrial. Para los sectores de servicio y las inversiones, los más eficaces para predecir el precio de las acciones son ROE, ROA, EPS y P/E ratios [11]

Análisis financiero mediante ratios es uno de los métodos utilizados con mayor frecuencia en la determinación de los valores relativos de las poblaciones. Por ejemplo, ratios de valor de mercado/valoración determinan el valor de mercado de una acción determinada utilizando fundamentos de empresa como huevas, EP, EPS y dividendos. Los inversores miran estos fundamentos sobre una base diaria para determinar la dirección de la cotización [11]

Resultados del artículo indican que contrarían devoluciones ocurren con frecuencia, aproximadamente 40% más de ingresos anuncios. Cuando una empresa anuncia ganancias «buenas», contraria vuelve ocurre 36 por ciento del tiempo. Por otro lado, cuando una empresa anuncia ganancias „malo“, contrarían vuelve ocurre 37 por ciento del tiempo. Por lo tanto, sorpresas positivas y negativas de ganancias evocan una cierta cuota de precio recompensa y pena, respectivamente [12]

Análisis financiero utilizando análisis de regresión logística puede determinar los factores que contribuyen a las vueltas de la contraria, como pronósticos del censo, exclusiones

de GAAP, retorno de la volatilidad y devuelve valores anuncios. Por lo tanto, medir y analizar las variables mencionadas permiten una estimación de la compañía que devuelve el poder de sus ganancias en bolsa [12]

Resultados del artículo indican que análisis regulares de la industria es crucial en advirtiendo las empresas contra los riesgos derivados de las fluctuaciones en volúmenes de ventas y precios de activos. Por lo tanto, las empresas pueden gestionar los riesgos mencionados alineando su volumen de producción a la demanda del mercado y de la fuente. [13]

Gestión puede realizar análisis financieros como el análisis de tendencia de la industria a medida y proyecto de estimación de volúmenes de salida, así como la fijación de precios. Además, análisis de sensibilidad permite la administración estimar la fuerza o debilidad de una moneda extranjera en los países de operación con el fin de adoptar cobertura de medidas, así como para determinar el valor exacto de sus cuentas de capital, activos y ganancias y pérdidas. [13]

El artículo aprecia la importancia del análisis de la relación en la medición de la eficiencia financiera y operativa de una empresa. Por lo tanto, relaciones de mercado son útiles para predecir el valor de acciones de la compañía en relación con el desempeño financiero. [14]

Vuelta en cociente de la equidad es un buen demostrador de la eficiencia de una empresa en el uso de capital de su accionista común para crear valor para los inversionistas. Por lo tanto, ayuda en la predicción de valores de la empresa de existencias en el mercado. [14]

Los resultados del artículo indican que las reservas y recursos de una empresa tienen un efecto sobre los Estados financieros, que afectan a áreas tales como asignación de precio de compra durante fusiones o adquisiciones. [15]

Por lo tanto, el análisis financiero es una medida importante para determinar las estimaciones de reserva de una compañía de negociación de recursos, tales como exploración de petróleo y el gas. Análisis de factores como los requerimientos regulatorios y las prácticas de funcionamiento pueden ayudar en la estimación de la viabilidad comercial de la salida. [16]

c) *Para determinar y estimar las posibilidades de crecimiento futuro del negocio*

Según el artículo, analizando la situación financiera de un distrito escolar o gobierno local puede ofrecer importante información sobre el estado financiero presente y futuro. Análisis regular es útil poner de relieve los problemas financieros y oferta insight para acción correctiva oportuna el estado financiero presente y futuro. Análisis regular es útil poner de relieve los problemas financieros y oferta INSIGHT para acción correctiva oportuna. [17]

Agencias gubernamentales y los funcionarios locales debían utilizar análisis financiero para la dirección y la tendencia de valorización de la propiedad, así como para predecir cambios en la dirección del límite fiscal de las agencias. Ello contribuiría a determinar el rendimiento neto de la empresa y crecimiento futuro. [17]

Los resultados del artículo indican que el análisis financiero de una empresa como Walmart es útil para determinar la percepción de valor de existencias de la empresa por los inversionistas. Por lo tanto, como en el momento del informe, Walmart, aunque una preferible opción por pasado,

presente y futuros inversionistas, no está funcionando según las expectativas. Aun así, su tamaño enorme mercado es un buen indicador de desempeño positivo en el futuro. [18]

El análisis financiero de empresas como Walmart, utilizando métodos como la valoración del modelo de negocio pueden ayudar a determinar la idoneidad para la expansión en el desarrollo de los mercados y otras perspectivas de crecimiento futuro. Esto puede lograrse utilizando las ratios de rentabilidad y flujo de efectivo. [18]

En lo que corresponde el buen funcionamiento de instituciones o empresas una salud fiscal sólida es imprescindible para garantizar el funcionamiento eficaz de las instituciones tanto pública como privadas. Por esta razón, se debe evaluar periódicamente la condición financiera de la institución o la empresa. Realizar un análisis regular y oportuno de la situación financiera le puede proporcionar información valiosa sobre el estado actual y futuro de las finanzas El análisis regular puede resaltar posibles problemas fiscales y proporcionar la información necesaria para la acción correctiva oportuna. Tomando medidas para abordar las debilidades y fortalecer la salud fiscal, puede garantizar mejor que los recursos están disponibles para financiar el nivel y la calidad de los servicios esperados por los contribuyentes o clientes en el caso de la empresa. [18]

Según el artículo, es importante comprender y evaluar la calidad de la información financiera, al utilizarla para llevar a cabo análisis financieros. Esto sigue a los recientes escándalos donde los gerentes de organizaciones aparentemente buena reputación han sido declarados culpables de manipulación de datos financieros. [19]

Análisis financiero se usan para determinar las tasas de crecimiento de ingresos como se observa en los casos de empresas como Microsoft y Walmart. La persistencia y posibilidades de crecimiento futuro es medido y determinado a partir de análisis de ventas, neto ganancias después de dividendos y flujos de efectivo (operación, inversión y de financiación de las secciones) [19]

El artículo determina que el análisis de Estados financieros es útil para detectar tendencias en los ingresos y gastos, permitir la administración a hacer ciertas decisiones de producción y el crecimiento en el tiempo. Por lo tanto, son útiles en la comprensión de los cambios en los saldos de caja y rendimientos, análisis financiero, tales como análisis de flujo de efectivo y capital de trabajo, permitiendo a una empresa realista hacer cambios en sus operaciones de negocio y crecimiento [20]

Otros de los artículos analizados determinan que el análisis financiero tales como análisis de escenarios es útil en la comprensión de cómo es probable que realice una empresa en el entorno cultural y geográfico diferente. Por lo tanto, escenarios de explorar las posibles alternativas que puedan afectar el crecimiento y rendimiento del negocio. Análisis financiero mediante el análisis de escenarios permite a una empresa determinar las ventas y el crecimiento de los ingresos dependiendo de cambios en los niveles de población. Análisis de escenarios también pueden predecir cambios en la demanda que permite a una empresa para ajustar adecuadamente la capacidad de producción. [21]

d) *Evaluar y valorar la capacidad de la empresa y la capacidad de resolver las obligaciones de deuda*

De acuerdo a uno de los artículos investigados, el análisis financiero es útil en la demostración de la importancia de las restricciones fiscales o económicos suelen afectar a la capacidad para pagar obligaciones de deuda. Por lo tanto, el análisis financiero como posición fiscal como porcentaje del PIB son predictores de emisión de deuda bajo, mientras que una posición fiscal negativo indica el vice versa. Por ejemplo, superávit fiscal coherente indicar que la jurisdicción tiene fondos suficientes para atender a sus obligaciones de deuda, por lo tanto, no hay necesidad de elevar los niveles de deuda y vice versa [22]

Resultados del artículo indican que el análisis financiero como coeficientes de apalancamiento son utilizados por las empresas para determinar el apoyo a la toma de decisiones financiera.

Por lo tanto, el apalancamiento (indicador de riesgo de crédito), obtenido como la relación de deuda total a activos totales mide el nivel deseable de la deuda total, que debe ser de 0.3 a 0.5 en un momento dado. Una empresa con un valor más bajo se considera ineficaz en utilizar financiamiento de deuda, mientras que los niveles superiores a 0,7 son riesgosas, ya que pueden causar incapacidad para saldar deuda. [23]

Resultados del trabajo indican que las normas en la industria de la empresa deben considerar al analizar la situación financiera. Por lo tanto, los bancos y compañías de tarjetas de crédito, son pesados de deuda por naturaleza, debido a su naturaleza de negocio, préstamos y empréstitos. El artículo sugiere que el uso de ratios como la calidad del crédito, liquidez y capital de trabajo son adecuadas para determinar la capacidad de la empresa para resolver sus obligaciones de deuda. Aun así, los ratios deberían compararse con ratios para períodos anteriores para que sean significativa. [24]

Según el artículo, los bancos pueden obtener valor económico al garantizar que sus activos valen significativamente mayores que sus pasivos. La diferencia es un colchón de capital, que permite a los bancos a pagar por pérdidas de ningún tipo. Por lo tanto, el análisis financiero mediante ratios tales como relaciones de engranajes puede ayudar en la determinación de si un banco es solvente/líquido y los activos de explotación son más que los pasivos [25]

Según el artículo, análisis financiero mediante ratios permite a los inversores de liquidez, solvencia y rentabilidad de una empresa. Por lo tanto, ratios de liquidez son útiles a corto plazo proveedores y prestamistas como que les permitan determinar la capacidad de una empresa para pagar sus deudas. [26]

e) *Investigar la eficiencia operativa de la empresa*

Según el artículo, análisis de Estados financieros permite la administración de extracto de información para decisiones gerenciales. Por lo tanto, son útiles en la comparación de ratios como cociente de beneficio bruto, ratio de beneficio neto y gastos de operación y análisis de la eficiencia operativa de una empresa. Muestran cuán eficiente es una empresa para convertir ventas en utilidades, así como en la disminución de los costos de operación [27]

Resultados del artículo indican que determinantes de la rentabilidad de los bancos locales son diferentes de los factores determinantes de la rentabilidad de los bancos extranjeros. De hecho, el análisis financiero de los bancos locales controlados en países como Pakistán indica

que los bancos son más rentables y eficientes que los bancos extranjeros controlados. Por lo tanto, razones tales como el costo a la relación ingresos (IC) pueden utilizarse para determinar la eficiencia de la gestión de un banco, así como definir la oportunidad o la estrategia que debe adoptar el Banco. [28]

Resultados del artículo indican que, aunque el análisis financiero es útil para reducir la dependencia de la intuición y corazonadas. Todavía, el análisis financiero proporciona un correcto análisis e interpretación de información para tomar decisiones de negocio. [29] Razones como el cociente del efectivo indican eficiencia, por el que una proporción baja de demuestra ineficiencia en el cumplimiento de las obligaciones de deuda, mientras que una alta proporción indica ineficiencia en el uso de fondos [29]

Los resultados del artículo indican que los bancos nacionales son más rentables y eficiencia en términos de retornos de activos (ROA) que los bancos extranjeros (Khan et al., 2015).

Por lo tanto, el análisis financiero puede utilizarse para medir la eficiencia de una empresa. Cocientes como ROS, huevas, propagación de interés, y renta de interés neto a activos totales se puede utilizar para medir la rentabilidad de las organizaciones locales en comparación con las empresas extranjeras que operan en la misma economía [30]

Según el artículo, ratios de eficiencia tienen una directa y positiva en la toma eficaz de decisiones. Por lo tanto, análisis de la relación es una buena manera de evaluar los resultados financieros de un banco con el fin de medir el rendimiento. El ratio de eficiencia se aplica en la industria bancaria como expresa en relación a los ingresos los gastos. Por lo tanto, un porcentaje menor es deseable ya que significa que las ganancias son altas, mientras que los gastos son bajos [31]

f) *Evaluar y predecir el rendimiento futuro y el desarrollo de la empresa preparar presupuestos y pronósticos*

Resultados del artículo indican que el análisis financiero es una medida útil para determinar la rentabilidad real y el costo de las actividades de ventas. Por lo tanto, análisis financiero mediante el análisis de costos permite a las empresas evaluar y predecir el rendimiento futuro, informando a los umbrales de precios, y las decisiones de inversión con el fin de reducir los costos de proceso de canal [32]

De las conclusiones extraídas del estudio se deduce que en análisis financiero es importante analizar e interpretar la información simplificada contenida en los Estados financieros. Por tanto, los ratios financieros pueden activar la gestión del presupuesto y el pronóstico futuro del rendimiento utilizando los ratios de corriente/existente obtenidos de declaraciones históricas. El objetivo del análisis de rentabilidad y costo es informar la toma de decisiones de negocios con miras a optimizar la rentabilidad sistémicamente y, en última instancia, el valor para el accionista. [33]

Los resultados del artículo indican que negocio el conductor permite que las organizaciones de planificación para prever y aprovechar sus impulsores del negocio e indicadores externos hacia la mejor comprensión, análisis y rendimiento empresarial proactiva. Por lo tanto, análisis financiero mediante programas enfocados permite a una empresa tener tiempo suficiente para

analizar tendencias y establecer perspectivas de negocio significativo [33]

Resultados del artículo indican que el presupuesto de las organizaciones sin un presupuesto adecuado conduce a procesos de presupuesto sin éxito. Por lo tanto, los autores recomiendan el uso de herramientas de análisis financiero como el análisis de costo beneficio e implementar canales de comunicación clara a través de todas las ramas para lograr un exitoso proceso presupuestario. [34] Resultados del artículo indican que empresas tienen problemas con el presupuesto y las deficiencias. Por lo tanto, el uso de herramientas como actividad base de presupuestar puede activar un negocio superar los desafíos en la delegación de funciones, asignación de gastos y la armonización de las unidades de negocio y actividades [35]

### **Importancia del análisis contable y financiero en la empresa**

Debido a los diferentes cambios en el entorno empresarial, los gerentes tienen que conocer y alcanzar conocimientos de alto nivel que les permitan tomar las mejores decisiones de una manera oportuna, aplicando herramientas que les ayuden a gestionar eficientemente las empresas y alcanzar cada uno de los objetivos planteados.

Determinar los recursos necesarios para emprender y desarrollar eficientemente las actividades de la empresa para allegarse oportuna, suficiente y económicamente los recursos que se puedan llevar a cabo, es una de las principales funciones del ejecutivo financiero. Enfocándonos plenamente en el análisis de las acciones que nos generen valor agregado y la capacidad de generación de flujos dentro de la empresa. [36] (Levi, pág. 45). Mediante cada uno de los estados financieros realizados por los administradores se obtiene la información contable para aquellos que no tienen acceso a los registros de la empresa, con el propósito de que el nivel jerárquico tome las mejores decisiones. [37]

Los estados financieros y contables de la empresa deben estar correctamente auditados por un contador público autorizado ya que puede que los importes y rubros no presenten la verdadera situación financiera ni los resultados de cada una de sus operaciones provocando errores de interpretación. [38]

Al momento de realizar un análisis financiero en la organización el gerente tiene varias técnicas que puede aplicar para interpretar las cifras arrojadas por los indicadores financieros, dando así respuesta a las preguntas que surgen en el cálculo de los mismos. [39]

El proceso contable capta la realidad económica para sintetizar y presentar las cuentas anuales o estados contables. Mediante este análisis contable se podrá tomar las mejores decisiones mediante técnicas y herramientas que nos permitan reducir la información que aparece en las cuentas anuales con cada uno de los aspectos que son importantes para los agentes económicos. El propósito primordial mediante este análisis contable es reducir el grado y las áreas de incertidumbre en el proceso de toma de decisiones. Se puede destacar que proporcionando información útil a los inversores y a cada uno de los usuarios podrán comparar y evaluar nuestra empresa y los beneficios que se puede ofrecer. [40]

Los diferentes indicadores son los que nos permiten realizar un correcto análisis financiero según los datos contables con los que la empresa cuenta sabremos la información correcta de la rentabilidad, liquidez y solvencia.

Estos indicadores son aplicables para conocer de una manera más específica las estructuraciones de informes centrados en variables concordando con cada uno de los objetivos que se desean obtener. [41]

Los estados financieros de la empresa no es el único resultado que se presenta ni el único factor de retroalimentación ya que este mismo análisis posibilita el mejoramiento de las decisiones y acciones de todas las etapas de operación.

La interpretación de este análisis representa un elemento que ayuda al análisis de la información más profunda y de inclusión en las esferas empresariales como son el análisis financiero integral y la aplicación de nuevos conceptos financieros de apoyo gerencial. [40] Algo primordial que se tiene que tomar en cuenta es el objetivo financiero ya que tiene la finalidad de conseguir el mayor valor en el mercado del patrimonio de la empresa ya que es el que se mantiene permanentemente sometido a riesgo. [41]

En toda actividad empresarial es indispensable conocer la eficiencia con los que se utilizan cada uno de los insumos, los activos y se gestionan los procesos para esto es importante destacar que existen de eficiencia los mismos que miden el proceso productivo y el rendimiento generado por los recursos utilizados.

El análisis financiero permite medir esta eficiencia mediante los indicadores de eficiencia o actividad que determinan las cuentas que se transforman en ventas o efectivo en otras palabras muestran con que efectividad son manejados los activos totales, activos fijos, inventarios, cuentas por cobrar y cuentas por pagar. [41]

#### **4. Conclusiones**

Al finalizar la investigación se puede concluir que de la misma forma que las personas deben hacerse un chequeo médico a menudo para evitar problemas, las empresas tienen que ser objeto de un diagnóstico financiero periódicamente para conocer cuál es su situación financiera y su capacidad para generar beneficios. Una vez se conoce la situación en que se encuentra la empresa se pueden tomar las medidas correctivas que permitan mejorar los problemas detectados. El análisis financiero de los estados contables de la empresa es muy importante ya que nos ayuda a estudiar la solvencia y la liquidez es decir la capacidad que tiene la empresa para atender y cumplir con sus obligaciones a corto y a largo plazo.

Es importante conocer las fuentes de financiación de la empresa ya que son las que conforman la estructura financiera y ofrecen la información primordial sobre la situación patrimonial, económica, y financiera las cuales nos permitirán tener una expectativa clara sobre la empresa en el futuro.

Una de las herramientas más importantes para la gerencia de una empresa es el análisis financiero, sirve para predecir el efecto en la toma de decisiones estratégicas para el desempeño futuro de la empresa. El análisis financiero pretende determinar las necesidades de la empresa comparando cada uno de los flujos de inversión que se producen en la empresa en el corto y largo plazo. Además de ello, los estados financieros por sí solos son insuficientes para ayudar a los usuarios de Estados financieros en la toma de decisiones. Por lo tanto, se recomienda que los datos financieros declaraciones se analiza mediante modelos y ratios para determinar

la rentabilidad, eficiencia, crecimiento, valor de mercado de la empresa, y a la previsión del presupuesto para los procesos de negocio de éxito. Sin embargo, el análisis financiero no debe utilizarse de forma aislada, el mismo debe ir acompañado de juicio profesional. La percepción de analistas y organismos profesionales, por ejemplo, puede ayudar a revelar las tendencias ideales o deseables y los estándares en análisis financiero.

Los análisis financieros deben compararse también con relaciones de años anteriores, así como con relación a empresas similares en la industria para que sean significativas para los usuarios o los tomadores de decisión. El análisis financiero pretende determinar las necesidades de la empresa comparando cada uno de los flujos de inversión que se producen en la empresa en el corto y largo plazo. La sostenibilidad, crecimiento y desarrollo a largo plazo de la empresa depende de la información financiera. Estos requisitos dependen significativamente de la evaluación holística dentro de la empresa.

Por otra parte, con el fin de sostener la prosperidad a largo plazo, las empresas deben basar su negocio en datos confiables y precisos que se pueden obtener de análisis financiero. La revisión regular del estado de salud financiera de la compañía es una valiosa práctica que evidencia en ciertas situaciones, el manejo y la toma de malas decisiones estratégicas y las decisiones que conducen a un bajo rendimiento se debe a la falta de un profundo conocimiento o información en el proceso de toma de decisiones.

### **Bibliografía**

1. Ravinder, D., & Anitha, M. (2013). Financial Analysis – A Study. *Journal of Economics and Finance*, 2(3), 10-22.
2. Asian Development Bank. (2015). Financial Soundness Indicators for Financial Sector Stability: A Tale of Three Asian Countries. Asian Development Bank, Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/173687/fsi-3-asian-countries.pdf>
3. Avlokulov, A. (2016). Return on assets and financial soundness analysis: case study of grain industry companies in Uzbekistan. *International Journal of Management Science and Business Administration*, 3(1), 40-49.
4. Che, N.X., & Shinagawa, Y. (2014). Financial Soundness Indicators and the Characteristics of Financial Cycles. IMF Working Paper, Retrieved from <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2014/wp1414.pdf>
5. Dao, P. (2016). Performance evaluation based on financial ratios. Case: Finnair and Scandinavian airlines. Arcada, Retrieved from <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/112381/Thesis%20.pdf?sequence=1>
6. Vestine, M., Kule, J.W., & Mbabazize, M. (2016). Effect of Financial Statement Analysis on Investment Decision Making. A Case of Bank of Kigali. *European Journal of Business and Social Sciences*, 5(6), 279-303.
7. Andrijasevic, M., & Pasic, V. (2014). A Blueprint of Ratio Analysis as Information Basis of Corporation Financial Management. *Problems of Management in the 21<sup>st</sup> Century*, 9(2), 117-123.
8. Cascino, S., Clatworthy, M., Osma, B.G., Gassen, J., Imam, S., & Jeanjean, T. (2014). Who uses financial reports and for what purpose? Evidence from capital providers, 11(2), 185-209.

9. Ježovita, A. (2015). Variations Between Financial Ratios for Evaluating Financial Position Related to the Size of a Company. *Review of Innovation and Competitiveness*, 1(1), 115-136.
10. Sultan, A.S. (2014). Financial Statements Analysis - Measurement of Performance and Profitability: Applied Study of Baghdad Soft-Drink Industry. *Research Journal of Finance and Accounting*, 5(4), 49-56.
11. Arkan, T. (2016). The Importance of Financial Ratios in Predicting Stock Price Trends: A Case Study in Emerging Markets. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1(79), 13-26.
12. Johnson, W.B., & Zhao, R. (2011). Contrarian Share Price Reactions to Earnings Surprises. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 27(2). 1-45.
13. KPMG. (2017). Illustrative disclosures: Guide to annual financial statements. KPMG, Retrieved from <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/09/2017-ifs-illustrative-disclosures.pdf>
14. Muhammad, H., Shah, B., Islam, Z., Waqas, M., & Khan, D. (2013). Comparative Evaluation of Financial Performance of Pakistan Tobacco Company (PTC) and Philip Morris Pakistan Limited (PMPKL) through Ratio Analysis. *International Journal of Management Sciences and Business Research*, 3(1), 146-156.
15. PWC. (2011). Financial planning: Realizing the value of budgeting and forecasting. PWC, Retrieved from <https://www.pwc.com/my/en/assets/services/realizing-the-value-of-budgeting-n-forecasting.pdf>
16. PWC. (2011). Financial reporting in the oil and gas industry: International Reporting Standards. PWC, Retrieved from <https://www.pwc.com/id/en/publications/assets/eumpublications/financial-reporting-in-the-oil-and-gas-industry.pdf>
17. DiNapoli, T.P. (2012). Financial Condition Analysis: Local Government Management Guide. Office of the New York State Comptroller, Retrieved from <https://www.osc.state.ny.us/localgov/pubs/lmgm/financialconditionanalysis.pdf>
18. Martinez, A.B., Galván, R.S., & Alam, S. (2017). Financial Analysis of Retail Business Organization: A Case of Wal-Mart Stores, Inc. *Nile Journal of Business and Economics*, 5, 67-89.
19. Peterson, P.P., & Fabozzi, F.J. (2012). *Analysis of financial statements*. Hoboken, N.J: Wiley.
20. Reeves, H. (2011). *Financial Statement Analysis for Small Businesses: A Resource Guide*. Virginia Small Business Development Centers, Retrieved from <http://www.hrsbdc.org/wp-content/uploads/2011/04/VSBDCFinancialStatementResourceGuide.pdf>
21. TCFD. (2017). Technical Supplement: The use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities. TCFD, Retrieved from <https://www.fsb-tcf.org/wp-content/uploads/2017/06/FINAL-TCFD-Technical-Supplement-062917.pdf>
22. Bank for International Settlements. (2013). Basel III: The Liquidity Coverage Ratio and liquidity risk monitoring tools. BIS, Retrieved from <https://www.bis.org/publ/bcbs238.pdf>
23. Myšková, R., & Hájek, P. (2017). Comprehensive assessment of firm financial performance using financial ratios and linguistic analysis of annual reports. *Journal of International Studies*, 10(4), 96-109.
24. Deloitte. (2009). Quality of financial position: The balance sheet and beyond. Deloitte, Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/risk/Corporate%20Governance/Audit%20Committee/in-gc-quality-of-financial-position-the-balance-sheet-and-beyond-noexp.pdf>
25. Elliott, D.J. (2014). *Bank Liquidity Requirements: An Introduction and Overview*. The Brookings Institution.

26. Singh, H., & Vashisht, A. (2017). Comparative analysis of financial performance of nestle and Britannia by using financial ratios. *International Journal of Academic Research and Development*, 2(6), 932-938.
27. Ali, A., & Haque, M.I. (2014). Ratio Analysis: A Comparative Study of National Petrochemicals Co. and Sahara Petrochemicals Co. of Saudi Arabia. *IJOMA*, 2(4), 53-61.
28. Azam, M., & Siddiqui, S. (2012). Domestic and Foreign Banks' Profitability: Differences and Their Determinants. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2(1), 33-40.
29. Babalola, Y.A., & Abiola, B. (2013). Financial Ratio Analysis of Firms: A Tool for Decision Making. *International Journal of Management Sciences*, 1(4), 132-137.
30. Khan, H.M.I., Khan, I., Khan, M.S., Jan, R.U., Khattak, R., Naveed, K. (2015). Profitability and Efficiency of Foreign and Domestic Banks: A Case Study of Pakistan. *European Journal of Business and Management*, 7(7), 34-48.
31. Theogene, H., Mulegi, T., Hosee, N. (2017). The Contribution of Financial Ratios Analysis on Effective Decision Making in Commercial Banks. *International Journal of Management and Applied Science*, 3(6), 33-40.
32. Lyon, J. (2016). Profitability and cost analysis: an eye on value. ACCA, Retrieved from: <https://www.acaglobal.com/an/en/professional-insights/global-profession/profitability-and-cost-analysis-an-eye-on-value.html>
33. Nuhu, M. (2014). Role of Ratio Analysis in Business Decisions: A Case Study NBC Maiduguri Plant. *Journal of Educational and Social Research*, 4(5), 105-118.
34. Raghunandan, M., Ramgulam, N., & Raghunandan-Mohammed, K. (2012). Examining the Behavioural Aspects of Budgeting with particular emphasis on Public Sector/Service Budgets. *International Journal of Business and Social Science*, 3(14), 110-117.
35. Vazonienè, M., & Stončiuvienè, N. (2012). The Formation of Company Budgeting System: Importance, Problems and Solutions. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*, 1(30), 157-170.
36. Caraballo, T., Amondarain, J., & Zubiaur, G. (2015). Accounting Analysis Methodology and Instruments. BASQUE Obtained from: <http://www.ehu.es/tcaraballo/Docencia%20Grado/OCW/ANALISIS%20CONTABLE.pdf>
37. Toro, D. B. (2014). *Financial Analysis, Approach and Projections*. Bogota, Colombia: ECOE EDICIONES. Obtained from: <https://bit.ly/2WOvOdJ>
38. Correa, J. A. (2005). From the double entry, to the financial analysis. Antioquia. Obtained from: [file:///C:/Users/CompuXpert/Downloads/132359381.U%202%20Conta3%20De%20la%20partida%20doble%20al%20 analisis%20financiero%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/CompuXpert/Downloads/132359381.U%202%20Conta3%20De%20la%20partida%20doble%20al%20 analisis%20financiero%20(2).pdf)
39. Eslava, J. d. (2003). *Economic-Financial Analysis of Business Management decisions*. Madrid: Esic. Obtained: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29012059009.pdf>
40. Levi, D. H. (s.f.). *Financial planning in the modern company (Vol. Volume 136 of the University Line)*. (2. Fiscal Editions ISEF, Ed.) ISEF. Obtained from: <https://books.google.es/books?id=zrjKBSptgdcC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
41. Rosillón, N., & Marbelis Alejandra. (2009). *Financial analysis: a key tool for efficient financial management*. Venezuelan Magazine of management. Obtained from: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1315-99842009000400009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1315-99842009000400009&script=sci_arttext)

## *Derechos sociales en ecuador: Hacia una nueva concepción en su tutela*

*(Social rights in ecuador: New concepción in protección)*

P. Mancero<sup>(1)</sup>\*

(1) Escuela de Ingeniería en Marketing, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo EC060155.

\*Correspondencia. Tel.: 0986579974, E-mail: paul.mancero@epoch.edu.ec (P.Mancero)

### **RESUMEN**

La evolución de los derechos humanos y una característica importante de aquellos, en el sentido de que se encuentran en constante dinámica y movimiento, inacabados y en progresivo apareamiento son elementos fundamentales para entender el planteamiento de una nueva visión de tutela de los denominados derechos sociales. Efectivamente los primeros derechos que fueron reconocidos como intrínsecos del ser humanos fueron los llamados Civiles y Políticos, que irrumpieron con la denominación de derechos de primera generación especialmente en la concepción europea, a los cuales en una primera fase de la evolución se los considero como las libertades públicas propiamente dichas, a ser protegidas y garantizadas por el Estado inclusive mediante acciones ante la Función Judicial. Posteriormente la realidad de la vida de los individuos en la sociedad, sus profundas injusticias materiales en cuando al goce y disfrute del trabajo, la educación, la salud, vivienda, alimentación, etc, ocasionaron que no solo la vida, libertad física, de pensamiento, opinión y otros deben ser garantizados, sino también otro aspectos de la vida material del ser humano de cuya realización depende en gran parte la dignidad de sus existencia. En este contexto es necesario plantear una nueva visión para la tutela de los denominados derechos sociales, para que sean considerados justiciables y de igual jerarquía en la práctica que los civiles y políticos, otorgándole los mismos mecanismos judiciales de protección.

**Palabras clave:** Tutela, Derechos Sociales, eficacia, rompimiento.

### **ABSTRACT**

The evolution of human rights and an important characteristic of those, in the sense that they are in constant movement and dynamics, unfinished and in progressive appearance are fundamental elements to understand the approach of a new vision of protection of the so-called social rights. Indeed, the first rights that were recognized as intrinsic to human beings were the so-called Civil and Political, which broke with the denomination of first generation rights especially in the European conception, which in a first phase of evolution are considered as public liberties themselves, to be protected and guaranteed by the State, including through actions before the Judicial Branch. Subsequently the reality of the life of individuals in society, their profound material injustices in the enjoyment and enjoyment of work, education, health, housing, food, etc, caused that not only life, physical freedom, thinking, opinion and others must be guaranteed but also other aspects of the material life of the human being on whose realization the dignity of their existence depends to a large extent. In this context it is necessary to propose a new vision for the protection of the so-called social rights, so that they are considered justiciable and of equal hierarchy in practice than civil and political ones, granting them the same judicial protection mechanisms.

**Key words:** guardianship, Human rights, effectiveness, breach.

## 1. Introducción

El presente trabajo, en el marco de los principios de los derechos fundamentales, realiza un breve análisis sobre la naturaleza de los denominados derechos económicos, sociales y culturales, en cuanto a su origen, a la obligación de garantía por parte del Estado pero conforme las obligaciones positivas o negativas que tiene que desarrollar para su realización. Sus características en cuanto a su protección y la denominada progresividad en su cumplimiento. Finalmente en función del principio de igualdad jerárquica de los derechos, se hace una propuesta de protección judicial de los derechos sociales en los mismos términos que se los realiza para los derechos civiles y políticos, llegando a la conclusión de la debilidad de la garantía judicial de los derechos sociales, fundamentado en varios datos estadísticos sobre la materia y, de ahí la necesidad de plantear una concepción más amplia y eficaz sobre su tutela.

## 2. Metodología

El presente trabajo tiene básicamente fuentes doctrinales de autores nacionales e internacionales de reconocida trayectoria académica sobre la materia, cuyas tesis se complementan con instrumentos internacionales de derechos humanos y la normativa Constitucional y legal histórica y vigente. Se realiza un análisis sistemático de estos elementos para llegar a concluir que en necesario romper con la tradición jurídica nacional de debilitamiento de la tutela de los derechos sociales y en función de aquello se plantea una nueva concepción de protección de aquellos conforme a la doctrina, normas internacionales y nacionales.

## 3. Desarrollo y Discusión

Nuestra Carta Constitucional vigente recoge o representa mucho de lo que ha dado por llamarse doctrinalmente como Neoconstitucionalismo, el que *propugna que las Constituciones no se limiten a establecer competencias o separar a los poderes públicos, sino que contengan altos niveles de normas materiales o sustantivas que condicionen la acción del Estado por medio de la ordenación de ciertos fines y objetivos.*(1)

Los derechos sociales hay que entenderlos en su contenido como es su garantía en el contexto de las Cartas Constitucionales de 1998 y 2008. Para comprender el contenido, denominación y alcance teórico de los derechos sociales establecidos en la Constitución de 1998, es necesario y pertinente ubicar los mismos dentro del contexto general de forma de Estado que estableció dicha Carta Constitucional (2). Al acoger la fórmula Estado Social de Derecho ESD, en nuestro país introducía teóricamente tanto en su estructura constitucional, en su actividad política, económica y social, los fundamentos y concepciones del Estado Social, debiendo considerarse este no como una simple enunciación semántica sino como su sustento, en el cual se debió construir la institucionalidad así como la actividad pública y privada del Ecuador.

Al instituir esta forma de organización estatal, nuestra organización pública quedaba obligada a adoptar una serie de medidas tendientes y necesarias a realizar la justicia social, la dignidad humana, el respeto a los derechos y libertades, la sujeción de la autoridad a una serie de deberes y derechos recíprocos establecidos constitucionalmente. Es decir el Estado no sólo tenía una obligación abstencionista, no intervenir en las libertades de las personas, si no que por el contrario exigía una actuación con la finalidad de eliminar o por lo menos disminuir las condiciones de desigualdad material. También el establecimiento de un amplio catálogo de los

denominados derechos sociales se constituía en un elemento fundamental previo para la materialización de los mismos, es decir su reconocimiento constitucional era fundamental aunque no definitivo a fin de lograr en la vida cotidiana el ideal del Estado Social y su conjunto de principios, valores y elementos que deben regir la vida de la comunidad.

En cambio, el análisis de los derechos sociales en la Constitución vigente, se tiene que dar dentro del contexto general establecido en aquella respecto a la forma o modelo de Estado que hemos adoptado. (3) Cuando se expresa *Estado Constitucional de Derechos y Justicia*, se está adoptando una determinada categoría que va a configurar una específica forma jurídica política de organización, y en función de esta se debe entender y aplicar tanto derechos y garantías como los elementos orgánicos de la Constitución. En este sentido sobre la nueva forma estatal *a unos y otros, nos inicia en el análisis y la comprensión de lo que hemos de entender por Estado constitucional de derechos y justicia, no precisamente como realidades existentes ahora, en el hoy del Ecuador, sino como proyecto que debemos construir con nuestro esfuerzo cotidiano* (4).

Es importante señalar que si bien es cierto que esta nueva fórmula parece reemplazar o sustituir a la de ESD no es menos cierto que la categoría de *social* permanece en el esquema de elementos constitutivos del Estado, lo que implica que el Ecuador no abandona la concepción del Estado Social, aunque el mismo deberá entenderse bajo esta nueva realidad constitucional.

En cuanto al catálogo de derechos sociales, la Carta Constitucional de 1998, incluye los denominados derechos sociales, propios del ESD, en el capítulo IV, Arts. 30 al 82, bajo la denominación **“derechos económicos, sociales y culturales”**, acogiendo el apelativo que a nivel internacional se ha otorgado a este tipo de derechos. Bajo este capítulo se estructuró un conjunto de derechos: a.-De la propiedad, b.-Del trabajo, c.- De la familia, d.-De la salud, e.-De los grupos vulnerables, f.-De la seguridad social, g.-De la cultura y educación, h.-De la ciencia y tecnología, i.-De los deportes.

El Estado con sus principios fundamentales e instituciones, trata de cumplir precisamente sus deberes primordiales, entre ellos aseguran la vigencia de los derechos humanos, las libertades fundamentales de mujeres y hombres, y la seguridad social; la protección del medio ambiente, preservar el crecimiento sostenible de la economía y el desarrollo equilibrado y equitativo en beneficio colectivo; erradicar la pobreza y promover el progreso económico, social y cultural de sus habitantes. (5). Por experiencia, la trayectoria del accionar estatal nos demuestra lo sinuoso del terreno que ha debido recorrer y la inexistencia -hasta nuestros días- de parabién por parte de las masas. (6)

Por otro lado, cuando regía la Constitución de 1998, eran ya parte del denominado bloque de constitucionalidad ecuatoriano (7) los instrumentos internacionales de derechos humanos suscritos y ratificados por nuestro país, y sobre la materia el principal es el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, el mismo que establece la obligación de los Estados parte de implementar mediante medidas eficaces y con progresividad, los derechos allí reconocidos.

En esta perspectiva general se encuentran incluidos los *derechos sociales*, aunque ya no con esta denominación, en virtud de que nuestra Constitución vigente, realiza una clasificación atípica y poco tradicional de los derechos humanos y constitucionales, apartándose en este

sentido de las denominaciones clásicas, y mucho más aún de la enunciación de las generaciones de derechos. Sin duda alguna la actual denominación y clasificación de los derechos en nuestra Carta Constitucional es bastante original. Los derechos sociales que constaban en la Constitución de 1998, están recogidos en su gran mayoría en el grupo denominado “*derechos del buen vivir*”, y marginalmente en el grupo “*derechos de las personas y grupos de atención prioritaria*”, constantes en los artículos 12 al 55 (8). Aparte del catálogo de derechos se establecen varios sistemas relacionados con el “*buen vivir*”, o “*sumak kawsay*” utilizando la expresión quechua de la Constitución. Así tenemos el Régimen del buen vivir constante en el Título VII, artículos 340 al 415 (9).; El régimen de desarrollo constante en el Título VI, artículos 319 al 337 (10), en lo que tiene que ver al trabajo propiedad social y comercio justo.

Sin embargo, la noción de *sumak kawsay* en el debate constitucional ecuatoriano, parecería que está todavía lejos para la gran mayoría, nos atreveríamos a decir que incluso para quienes lo aprobaron, lo que ha generado como es normal una serie de interpretaciones y cuestionamientos sobre su alcance y contenido en las normas constitucionales por lo que sería importante profundizar en su análisis.

El buen vivir en este contexto es una mezcla o combinación entre la concepción europea de la procura existencial y la concepción indigenista andina del *sumak kawsay*. (11)

Una corriente doctrinaria muy fuerte divide o separa los derechos constitucionales en los de *aplicación inmediata* y por consiguiente exigibles judicialmente en caso de vulneración y los *programáticos*, que si bien están reconocidos no tendrían protección judicial, lo que conllevaría implícitamente una jerarquización. También existe una posición doctrinal que considera que todos los derechos constitucionales, incluidos los derechos sociales son de aplicación inmediata, de igual jerarquía y por consiguiente susceptibles de protección judicial.

Respecto a la primera doctrina se argumenta que los Derechos Sociales como derechos fundamentales traería consigo más inconvenientes que ventajas, ya que los Derechos Sociales son estructuralmente distintos a los derechos de libertad clásicos en tanto que su garantía depende del legislador o de la disponibilidad presupuestaria estatal, de manera que no se podrá exigir su aplicación directa sin alterar los límites de la separación de poderes (12). En España sólo se concede amparo constitucional en defensa de los derechos denominados fundamentales y libertades públicas, preceptos que contemplan los derechos civiles y políticos de las personas. (13)

Esta doctrina se sustenta en que los DESC generan obligaciones positivas para el Estado, no resultando razonable que a través de la protección judicial se obligue al Estado a asumir determinadas políticas que alterarían la planificación y políticas públicas en su gestión. (14)

La tensión y pugna entre derechos de aplicación inmediata y programáticos se dio al momento de la interpretación de la Declaración Universal, misma que consagraba tanto derechos individuales como sociales; y que al momento de buscar su implementación originó una serie de disputas sobre la preeminencia de ciertos derechos sobre otros, lo que se consolidó con unos pasos decisivos respecto a los derechos humanos, me refiero a la aprobación por una parte del Pacto de Derechos Civiles y Políticos y su protocolo facultativo (15), y del Pacto de Derechos Económicos, Sociales y Culturales por otra. (16)

Esta separación de los derechos en distintos pactos, ocasionó que se dé a los derechos

civiles y políticos una jerarquía superior en relación a los DESC, más aún cuando en el segundo artículo del Pacto de Derechos Económicos, Sociales y Culturales se establece una norma que marcará trascendencia respecto a la interpretación de la exigibilidad de los derechos establecidos en aquel instrumento internacional, al determinar el nivel del compromiso que los Estados partes asumen al adscribirse a este pacto. Señala esta disposición que los Estados partes se comprometen a adoptar medidas, hasta el máximo de los recursos de que dispongan, por separado o mediante la asistencia y la cooperación internacional, especialmente económica y técnica, para lograr progresivamente, por todos los medios apropiados, inclusive medidas legislativas, la plena efectividad de los derechos económicos, sociales y culturales. (17)

*El caso ecuatoriano* y su discusión de la protección entre derechos constitucionales, y en especial sobre los DESC en nuestro país aparentemente fue zanjada normativamente. Ya que se señala que de acuerdo con el art.18 inciso primero de la Constitución de 1998, todos los derechos y garantías reconocidos constitucionalmente son de aplicación directa e inmediata, no obstante no todos han podido ser exigibles de la misma manera y con los mismos medios o garantías.(18).

Es decir, se optó por la corriente que sostiene que los derechos sociales tienen fuerza jurídica y aplicación directa, pero el tratamiento jurisprudencial que debió llevar a la práctica estos principios y reglas, parece apartarse de esta concepción, ya que si bien es cierto que constitucionalmente en 1998, se consagró que los DESC son de aplicación directa e inmediata, no es menos cierto que especialmente vía judicial se elaboró una concepción distinta y contraria a los preceptos constitucionales, que se ubica más cerca de la corriente que señala que sólo los derechos de libertad son de aplicación directa y gozan de protección judicial, dejando fuera de esta categoría a los derechos sociales. Es decir habría un grupo de derechos exigibles y justiciables, que serían los derechos civiles y políticos; en cambio otro grupo de derechos de aplicación progresiva, programática y por consiguiente no exigible vía judicial que serían los derechos sociales.

En efecto, en aplicación de esta doctrina parecería ser que la justicia constitucional de nuestro país que estaba a cargo del Tribunal Constitucional, de manera arbitraria y sin justificación normativa ni doctrinaria, restringió en la gran mayoría de casos puestos a su consideración y resolución la posibilidad de la protección judicial de los derechos sociales y colectivos, quedando protegidos únicamente los denominados derechos de libertad, individuales o subjetivos, también conocidos como civiles y políticos. Esto a pesar de que constitucional y legalmente no solo que existía la posibilidad adecuada y suficiente para proteger judicialmente los derechos sociales.

Es en los presupuestos de procedibilidad del acción de amparo, garantía constante en la Constitución de 1998, que teóricamente posibilitaba la protección de los derechos sociales, dónde queda evidenciada la introducción de la teoría del derecho subjetivo, cuando reiteradamente el Tribunal Constitucional desnaturalizó el ámbito de protección normativa establecido en el art. 95 de la Constitución de 1998 y del artículo 46 (19), disposiciones que clara y textualmente señalaban que es procedente el amparo cuando se viole o pueda violar cualquier derecho consagrado en la Constitución o en un tratado o convenio internacional vigente. La restricción arbitraria se denota cuando del ámbito de protección amplia y general de la garantía constitucional se reduce a lo que se denominan derechos subjetivos constitucionales, entendiéndose civiles y políticos lo que marca una diferencia trascendente en cuanto a la posibilidad

de protección de otros derechos que no están dentro de la categoría anteriormente señalada y que no tienen otro mecanismo judicial específico de protección.

Otro aspecto importante de la aplicación de la teoría del derecho subjetivo en los derechos constitucionales en nuestro país, es la limitación respecto a la legitimación activa del amparo, ya que de igual manera la Constitución de 1998, reconocía la factibilidad de accionar la garantía del amparo, no solo el afectado o vulnerado por el acto u omisión ilegítima de autoridad pública sino que cualquier persona, convirtiéndose de una verdadera acción popular.

Es en este sentido el Tribunal Constitucional nuevamente contrariando la Constitución, exigió la acreditación de la vulneración de un derecho personal o individual para que una persona pueda presentar una acción de amparo, así también con la legitimación de actuar en representación de una colectividad, quedando sin analizar el fondo de las causas sobre la legitimidad de los actos u omisiones y la posibilidad de vulneración de derechos (20). La jurisprudencia del Tribunal Constitucional ecuatoriano recogió reiterativamente la teoría del derecho subjetivo de los derechos constitucionales, y no se evidencia una justificación argumentativa interna ni externa que sustente la adopción de la misma, lo que a mi entender refleja una arbitrariedad judicial que hace casi inexplicable comprender los motivos de haber optado por aquella línea jurisprudencial, a no ser la falta de voluntad por consolidar el ESD determinado en el Art. 1 de la Constitución de 1998 y debilitar los controles al poder político a fin de darle oportunidad a que actúe fuera del marco conceptual y normativo de la Constitución en materia de derechos sociales y colectivos.

En este sentido, y como ya quedó expresado en el acápite respecto a los principios de aplicación e interpretación de los derechos fundamentales y sus garantías, la Constitución de 2008 trajo avances importantes y definitivos. Así se establecen los de aplicación directa e inmediata de todos los derechos (Art.11.3), de igualdad jerárquica e interdependencia (Art. 11.6), reforzado por el de justiciabilidad (Art. 11.3 inciso tercero).

La adopción de estos principios, evidencia con mayor fuerza doctrinaria y normativa la inadecuada e inmotivada aplicación jurisprudencial de la teoría del derecho subjetivo en los derechos fundamentales y su jerarquización, que tradicionalmente se ha venido dando en nuestro país en detrimento de la garantía judicial de los derechos sociales y colectivos. Nos corresponde precisamente analizar si estos principios de interdependencia e igualdad jerárquica de los derechos fundamentales, consagrados en el texto constitucional vigente y en el Programa de acción de Viena (21), que es el instrumento internacional que consagra con claridad los mismos, se están aplicando jurisprudencialmente a los derechos sociales o de buen vivir, más aun cuando se cuenta con un principio adicional trascendental, cual es de justiciabilidad de todos los derechos. Este análisis evidenciará si efectivamente estamos dando avances en la protección judicial de los derechos sociales o si nuevamente la jurisprudencia constitucional se divorcia de la doctrina y norma constitucional en este tema.

En nuestro país, pese a que la Constitución establece el principio de igualdad jerárquica de los derechos y la justiciabilidad de todos sin distinción (9), el problema surgió en la práctica, a partir de una jurisprudencia constitucional alejada de los preceptos constitucionales y legales que regulaban la materia. Así por ejemplo, a pesar de contar con redacciones tan claras como las previstas en la Constitución de 1998 y Ley Orgánica de Control Constitucional, los jueces constitucionales, en la mayoría de casos, a partir del establecimiento de teorías respectivas como

la del derecho subjetivo, que no hallaba reconocimiento constitucional, consolidaron jurisprudencialmente una categoría de derechos fundamentalísimos, objeto de protección a través de la acción de amparo, y otros, que a pesar de encontrar reconocimiento constitucional, como en efecto son los Derechos Económicos, Sociales y Culturales, fueron excluidos del ámbito de protección de la garantía, precisamente por sus dimensiones colectivas, por la dificultad de acreditar violaciones a derechos subjetivos.(22)

En relación a esta temática, se expresa que la igualdad jerárquica quiere decir que cualquier clasificación sobre derechos humanos no implica jerarquización alguna, no existen unos más importantes que otros. No por estar al final, en segundo o tercer lugar de una enumeración de derechos, significa que es menos importante (23). La interdependencia de los derechos consiste en que estos se relacionan entre sí, son como un sistema en el que si un derecho no se lo ejerce o se lo viola, puede afectar a otros. Los derechos tienen que ser leídos sistemáticamente. Los derechos son un instrumento para que los seres humanos puedan vivir cabalmente. Así como al ser humano no se le puede compartamentalizar a los derechos.

Bajo estas consideraciones y teniendo en cuenta que existe una base constitucional normativa y doctrinaria, es pertinente proponer una nueva concepción para la tutela de los derechos sociales, alejadas de la teoría del derecho subjetivo y de una inapropiada jerarquización de los derechos fundamentales. En esta propuesta tienen un papel central la visión judicial de la protección de los derechos sociales y el rol el juez en esta materia. Los fallos o decisiones judiciales son los que le dan sentido real y práctico a los derechos constitucionales, hacen realidad los valores, principios y reglas constitucionales, en definitiva los que permiten que el constitucionalismo no sea una quimera o utopía, sino el elemento trascendente en el convivir racional, equitativo y justo de las sociedades. La jurisprudencia constitucional es el elemento de garantía primordial del sistema, si esta falla todo lo demás es ficción o una falacia con ropaje de legitimidad constitucional. En este aspecto el presente expresa de manera sucinta cual es el rol del juez en el Estado Constitucional en atención a métodos propios de interpretación y estructura de las normas constitucionales; la tendencia respecto a la utilización de la acción de protección para tutelar derechos sociales, así como la respuesta que han obtenido de los jueces; y *especialmente*, a la luz de los elementos teóricos normativos de la Constitución del 2008.

La adopción de la forma de Estado Constitucional, implica necesariamente un papel distinto de parte de los jueces, en relación con el Estado legalista, esto debido a que por sus características, el primero confía a los jueces la eficacia y materialización de los derechos fundamentales, por aquello, una característica fundamental de este es la instauración de garantías judiciales de los derechos y del control de la constitucionalidad, lo que conlleva un robustecimiento de la jurisdicción constitucional. ***¿Cuál es entonces el nuevo rol del juez constitucional?***, la respuesta a esta pregunta está ligada a los principios y métodos de interpretación constitucional, así como a la estructura propia de las normas constitucionales. La lógica de interpretación judicial sobre una ley no puede aplicarse a la Constitución, y esto explica el nuevo rol que tienen los jueces para aplicar principios y reglas constitucionales.

Hay métodos tradicionales que provienen de Savigny, aquellos establecidos en el Código Civil, los más importantes de los cuales son el método sistemático y el teleológico, pero existen también métodos especiales de interpretación constitucional, debido a que interpretar la Constitución no es interpretar una ley, no es interpretar una norma común y corriente y, por lo tanto, no funcionan o no funciona en todos los casos, los métodos tradicionales, debido a la pro-

pia estructura de la Constitución porque la Constitución está configurada por normas y conceptos jurídicos indeterminados que requieren para su cabal aplicación, de la elaboración de reglas sub-constitucionales que los concrete. Necesitan concreción y esa concreción ¿Quién la hace?. Por supuesto el juez constitucional. Para hacer esa concreción, hay métodos especiales; el más importante de los cuales es la interpretación racional. Interpretación es este contexto sinónimo de creación del Derecho. La interpretación constitucional no es una operación de subsunción sino que es creación del Derecho a partir de una argumentación racional y la racionalidad es el principal parámetro de constitucionalidad- (24)

Entonces si en el Estado Constitucional de Derechos, la tarea del juez constitucional al interpretar la Constitución o el bloque de constitucionalidad, es la de crear derecho para solucionar un caso concreto, no es adecuado o suficiente que aquel aplique el método silogístico o subsunción, sino que es preciso la utilización de otros métodos más acordes con la función creadora que al juez le asigna el Estado Constitucional, así como con la estructura tética de las normas constitucionales. Sin perjuicio de otros métodos interpretativos, se estima que *la ponderación y la proporcionalidad* son apropiadas a esta realidad jurídica.

*La ponderación* surge ya que las Constituciones actuales establecen una importante cantidad de valores y principios, por lo que la contradicción y tensión entre aquellos es latente, pues pueden ser invocados a un caso concreto, colocando al juez en la obligación de decidir cuál principio considera para dicho caso; en definitiva cuando se presenta una suerte de colisión entre principios reconocidos por la Constitución la interrogante a ser resuelta es: ¿Qué principio se aplica?; en este tipo de contexto emerge el método de ponderación, que como su nombre lo significa, implica un balance entre los principios en colisión, por el hecho de la igualdad jerárquica de estos y la necesidad de precautelar la “unidad de la Constitución”.

La ponderación representa el mecanismo para resolver esta incompatibilidad entre normas prima facie. La ponderación no ofrece ni garantiza una articulación sistemática de todos los principios jurídicos que, en consideración a su jerarquía, resuelva de antemano todas las posibles colisiones entre ellos y todas las posibles incompatibilidades entre las norma prima facie que fundamentan. (25)

La ponderación, es únicamente una estructura por medio de la cual no debe establecerse una relación absoluta, sino una relación de procedencia condicionada entre los principios, a la luz de las circunstancias del caso. Por lo tanto la decisión en virtud de la cual se establece el principio que se debe aplicar no significa que un principio sea superior a otro, sino que en virtud de las características de un caso concreto, dicho principio es el pertinente y otro no, pudiendo suceder que en una futura controversia entre los mismos principios, se decida aplicar el otro, si las circunstancias del caso lo ameritan. (26)

Bajo esta realidad y frente a la insuficiencia del método silogístico para resolver este problema, colisión de principios, debido a sus limitaciones ya expresadas, la novel tarea de los jueces constitucionales será entonces solucionar la tensión justificando argumentadamente tanto formal como materialmente sus decisiones, validez que no la encontrará en norma jurídica alguna sino en otros elementos racionales, radicando justamente ahí su labor creadora de derecho para un caso concreto, utilizando las reglas del método ponderativo y dependiendo de la fuerza de su precedente puede servir de guía para otros casos análogos e inclusive de aplicación general y obligatoria cuando emana de la más alta instancia de justicia constitucional

como en nuestro caso es la Corte Constitucional.

La proporcionalidad, tiene un grado de vinculación directo y dependiente de la ponderación, de tal manera que sin ponderación no puede existir proporcionalidad. Al respecto, cuando dos principios entran en colisión, como ya fue expresado anteriormente, la aplicación de uno implica la reducción del campo de aplicación del otro, corresponde al juez constitucional determinar si dicha reducción es o no proporcionada, esto implica que la afectación de un principio no puede ser desmedida, sin unos parámetros. La proporcionalidad debe ser entendida en función de la denominada “ley de ponderación” y que se expresa de la siguiente manera: “Cuando mayor sea el grado de no satisfacción o restricción de uno de los principios, tanto mayor deberá ser el grado de la importancia de la satisfacción del otro”.

La ley de ponderación en este sentido establece una relación directamente proporcional entre principio afectado y principio optimizado, por lo que la proporcionalidad pretende por una parte la máxima realización posible de un principio e impedir ciertas intervenciones o restricciones de los derechos fundamentales que sean evitables o desmedidas. Entonces el principio de proporcionalidad en sentido estricto se refiere a la optimización relativa a las posibilidades jurídicas. El ejercicio del método de proporcionalidad hace relación con: a.-Adecuación de los medios escogidos para lograr el fin buscado, b.- Necesidad del uso de dichos medios para alcanzar el fin propuesto, verificando que no esté disponible otro mecanismo que permite lograr el objetivo con menor sacrificio de otros principios y, c.- Proporcionalidad directa entre medio y fin, restricción de uno y alcance proporcional de otro.

Entonces tenemos que el método de proporcionalidad como complemento y vinculado necesariamente con la ponderación, es un elemento que permite la concreción de las pautas necesarias para ayudar en la tarea del juez constitucional de crear derecho a fin de resolver el complejo caso puesto a su conocimiento. En otros términos la proporcionalidad ofrece unas reglas concretas para la tarea judicial creadora del derecho, a fin de no caer en el subjetivismo o decisionismo, que es uno de los riesgos del equivocado entendimiento de estos métodos y fundamento de la crítica de sectores de la doctrina.

Un uso arbitrario o ilegítimo, o si se prefiere maquiavélico de la interpretación constitucional, parece implicar una desnaturalización del oficio de los jueces, no sólo porque se causa daño al orden jurídico establecido (o al orden habitual de las cosas jurídicas), sino además porque se hace con determinación. Esto ocurre cuando los jueces, por ejemplo, con la intención de hacer prevalecer sus propias ideologías o intereses privados, eligen premisas falsas e incorrectas, tergiversan la realidad de los casos o sus implicaciones, distinguen aspectos sin una razón suficiente, imponen exigencias no contempladas con anterioridad y sin un soporte justificativo para hacerlo, o tejen un conjunto de argumentos de tal forma que, lejos de ofrecer resultados consistentes con la justicia constitucional, obedecen a criterios injustificados (27)

Como lo señalamos, en el Estado Constitucional los jueces deben asumir el rol de guardianes de su contenido y de los derechos fundamentales, específicamente a través de la utilización de las denominadas garantías judiciales y la implementación de métodos propios de interpretación constitucional para resolver los casos puestos a su consideración, por lo que el grado de utilización de estas acciones y la respuesta judicial frente a estos requerimientos constituyen parámetros fundamentales para evidenciar la vivencia social de la nueva forma de Estado.

El planteamiento de una nueva concepción de tutela de los derechos sociales debe superar definitivamente teoría del derecho subjetivo instaurada y de tradición jurídica en nuestro país y mediante la garantía jurisdiccional correspondiente establecer mecanismos de protección para los mismos. Sin duda algún la acción de protección debe constituirse en esa herramienta eficaz.

La acción de protección tutela los derechos sociales y en función de los principios constitucionales vigentes enunciados anteriormente, todos los derechos deben ser susceptibles de protección judicial, sin que dependa de la titularidad individual o colectiva y, rompiendo con la tesis tradicional de considerar sólo a unos derechos justiciables y otros no. Parecería ser que la clasificación atípica que nuestra carta constitucional hace de los derechos, busca consolidar esta posición, reforzada por los principios de interdependencia e igualdad jerárquica y por consiguiente establecer todo un campo de acción adecuado para la protección judicial de los derechos, de los cuales son parte los del buen vivir.

Nuestra normativa constitucional es coherente con el Derecho Internacional de los Derechos Humanos, ya que se declara que toda persona, sin ningún tipo de discriminación, tiene derecho a un recurso efectivo ante los jueces competentes que lo proteja contra actos que violen cualquiera de sus derechos fundamentales (28).. El Comité de Derechos Económicos Sociales y Culturales de la ONU, estableció que existen obligaciones inmediatas por parte de los Estados para proteger los derechos sociales, entre las cuales se encuentran la de establecer recursos administrativos o judiciales específicos creados para la protección de estos. (29)

Respecto a la efectividad del recurso, la Corte Interamericana de Derechos Humanos en sus fallos ha establecido que un recurso es efectivo para proteger derechos sociales, a.-cuando es idóneo para determinar si hubo una violación a este tipo de derechos y, b.- a su vez permite dar una solución adecuada a este tipo de vulneraciones. (30). *El primer punto (a)*, está vinculado a que los derechos sociales tienen una dimensión colectiva y por consiguiente su violación exige mecanismos de reparación colectivos, ya que la titularidad del derecho corresponde a un sujeto plural. En función de esto se debe permitir invocar una afectación grupal y no únicamente individual, de modo que se pueda reclamar una remediación de carácter colectivo, rebasando el plano individual; *el segundo punto (b)*, esto es que el recurso permita dar una solución adecuada a la violación de derechos sociales, que está configurada básicamente con demandas de prestaciones estatales, está vinculado no sólo a la posibilidad sino a la obligación judicial de ordenar la reparación integral de los derechos.

Nuestra acción de protección cumple con estos estándares, ya que se establece que se puede ejercer, promover y exigir de forma individual o colectiva ante las autoridades competentes, es decir, se establece la factibilidad de que los derechos sociales puedan ser exigidos de manera colectiva. En cuanto a la reparación integral el art. 88. 1 Constitucional, dispone que el juez no sólo deberá declarar la violación del derecho, sino también ordenar la *reparación integral, material e inmaterial*, y especificar e individualizar, las obligaciones, positivas y negativas, a cargo del destinatario de la decisión judicial, y las circunstancias en que deben cumplirse. Por otra parte, la Constitución, en línea con las doctrinas que establecen que las políticas públicas son medios para hacer efectivos los derechos sociales, reconoce a estas políticas como garantía de los derechos y establece que éstas podrán ser demandadas judicialmente mediante la acción de protección, cuando vulneren derechos.(31)

A continuación presentamos una tabla con porcentajes sobre casos recopilados aleatoriamente de acciones de protección en la Función Judicial en los que se evidencia que solo dos de cada diez acciones de protección de refieren a derechos sociales por tutelar.

*Tabla 1: Desglose porcentual de acciones de protección presentadas por grupos de derechos. Presentado a la Función Judicial 2018.*

Derechos demandados por acción de protección	Protección	Buen vivir	Naturaleza	A, Prioritaria
	41.32%	18.77%	0.28%	0.70%
	Pueblos y Nac.	Participación	Civiles	Otros
	o.42%	1.12%	16.67%	20.73

#### 4. Conclusiones

Una clara conclusión respecto a este trabajo es que la doctrina de derechos humanos se encuentra dividida entre la que cree que solo deben protegerse judicialmente los derechos civiles y políticos y otra área de la misma que considera que deben ser tutelados judicialmente todos sin excepción en virtud del principio de igualdad jerárquica. En nuestro país se adoptó históricamente vía jurisprudencial la teoría del derecho subjetivo que implica que solo los derechos civiles y políticos sean protegidos con mayor eficacia, contrariando normas constitucionales y legales, y es en este punto que amparándome en las misma planteo una nueva visión de tutela de los derechos sociales en armonía en la Constitución y la doctrina de los derechos humanos que propugna la igualdad jerárquica, para lo cual la denominada acción de protección en nuestro país debe ser la herramienta eficaz con este propósito y fortaleciendo la tarea de creación del derechos de un juez constitucional y su rol de guardián de los derechos de las personas.

#### Agradecimientos

Mi agradecimiento de manera especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimbo-razo, a través de su Facultad de Administración de Empresas, y de manera particular Escuela de Marketing, por la oportunidad de presentar esta ponencia para el VI CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SEMANA DE LA CIENCIA, EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

#### Bibliografía

1. Carbonell, M. El Neoconstitucionalismo en su laberinto, Madrid, Trota, 2007.
2. Constitución Política del Ecuador, 1998
3. Constitución de la República del Ecuador, 2008
4. Trujillo, J. La Constitución del 2008 en el contexto Andino, Quito, Ministerio de Justicia, 2008.
5. *Constitución Política de 1998*

6. Montaña, C. Reflexiones sobre los Derechos Económicos, Sociales y Culturales en el Ecuador, Quito, UASB, 2011.
7. Corte Constitucional Colombia, sentencia Nro. C-225/95
8. Constitución de la República del Ecuador, 2008
9. Constitución de la República del Ecuador, 2008
10. Constitución de la República del Ecuador, 2008
11. Palacios, F. Constitucionalización de un sistema integral de derechos sociales, Quito, Ministerio de Justicia, 2008.
12. Stern, K. El sistema de los derechos fundamentales en la República Federal de Alemania”, Madrid, Revista Centro de Estudios Constitucionales, 1988.
13. Constitución española vigente
14. Rivera, J. Jurisdicción Constitucional. Procesos Constitucionales en Bolivia, Segunda Edición, Kipus, Cochabamba, 2009.
15. Pacto de Derechos Civiles y Políticos, Asamblea General ONU, 1966-12-16
16. Pacto de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Asamblea General ONU, 1966, 1966-12-16
17. Instituto Interamericano de Derechos Humanos, La igualdad de los modernos. CEPL, San José, 1997.
18. Constitución de la República de Ecuador, 2008
19. Ley de Control Constitucional de Ecuador (derogada)
20. Resolución Nro. 035-2004-RA, Tribunal Constitucional del Ecuador
21. Programa de Acción de Viena, 1993, Viena – Austria
22. Alarcón, P. La protección de los derechos sociales en la jurisprudencia constitucional ecuatoriana, Ministerio de Justicia, Quito, 2009.
23. Avila, R. Constitución del 2008 en el contexto andino,, Ministerio de Justicia, Quito, 2008.
24. Montaña, J. Supremacía de la Constitución y Constrol Constitucional, Corte Constitucional, Quito, 2008.
25. Bernal C. La racionalidad de la ponderación, Ministerio de Justicia, Quito, 2008.
26. Alexy R. Teoría de los Derechos Fundamentales,, Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, Madrid, 1997.
27. Mora G. Justicia Constitucional y arbitrariedad de los jueces, Marcial Pons, Buenos Aires, 2009.
28. Convención Americana de Derechos Humanos
29. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la ONU, Observación General Nro. 3. 1990.
30. Corte Interamericana de Derechos Humanos, Sentencia Durand – Ugarte/16-08-2000
31. Silva C. Los derechos sociales y el desafío de la acción de protección, Ministerio de Justicia, Quito, 2009.

# ***La construcción de políticas públicas para promover las microfinanzas como estrategia para la erradicación de la pobreza***

*(The construction of public policies to promote microfinance as a strategy for the eradication of poverty)*

J. Orozco \*, F. Logroño, N. Alarcón, D. Armijos

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

## **RESUMEN**

Varios factores determinan el crecimiento y desarrollo de aspectos sociales y económicos de la sociedad. La pobreza es uno de los principales obstáculos de alcanzar el grado máximo de este crecimiento. Se han implementado diversas estrategias para erradicar la pobreza y las instituciones microfinancieras se dicen que juegan un papel significativo en la reducción de la pobreza. Sin embargo, no es la única solución a este problema. Este trabajo pretende evaluar el impacto, estrategias y retos del sector de microfinanzas. Este artículo también evaluará el impacto de las regulaciones del gobierno sobre el crecimiento del sector micro financiero. Estos elementos se discuten en las secciones de metodología y discusión largamente. Los artículos evaluados en este trabajo llevaron a la conclusión de que el micro financiamiento instituciones juega un gran papel en la reducción de la pobreza, pero también es una necesidad para la sociedad a depender de otras estrategias para hacer frente a este problema. Además, también se concluye que diversos factores influyen en el éxito de las instituciones microfinancieras como las regulaciones gubernamentales y las sociedades en los que operan.

**Palabras clave:** *políticas publicas, microfinanzas, estrategia, erradicación, pobreza.*

## **ABSTRACT**

Several factors determine the growth and development of social and economic aspects of society. Poverty is one of the main obstacles to achieving the maximum degree of this growth. Various strategies have been implemented to eradicate poverty and microfinance institutions are said to play a significant role in reducing poverty. However, it is not the only solution to this problem. This paper aims to evaluate the impact, strategies and challenges of the microfinance sector. This article will also assess the impact of government regulations on the growth of the microfinance sector. These elements are discussed in the methodology and discussion sections at length. The articles evaluated in this paper led to the conclusion that microfinance institutions play a great role in reducing poverty, but it is also a need for society to depend on other strategies to deal with this problem. In addition, it is also concluded that various factors influence the success of microfinance institutions such as government regulations and the societies in which they operate.

**Key words:** *public policies, microfinance, strategy, eradication, poverty.*

## 1. Introducción

El desarrollo requiere el crecimiento sostenido de los sistemas sociales de maneras que equipan a las personas con mecanismos de superación de la pobreza y toda la sociedad. Esto permite a las personas a satisfacer sus necesidades básicas, se emancipe de sistemas opresivos, y tomar ventaja de varias oportunidades sin estar limitado por ciertas restricciones externas. Las instituciones microfinancieras pueden proporcionar una sociedad con los medios para erradicar la pobreza y crecer la economía. Otros factores que influyen en el crecimiento económico y el desarrollo son educación, salud, capital humano y desarrollo de habilidades. Algunos académicos discuten que la educación es la herramienta más importante para alcanzar el desarrollo en la sociedad porque la capacidad de un país para iniciar y mantener el crecimiento se basa en varios factores, pero sobre todo las habilidades de su población y su capacidad de acceso a mercado y obtener información, [1] por otro lado, es evidente que el desarrollo sólo puede lograrse elevando toda la sociedad para lograr una vida mejor, y esto se puede hacer por tener actividades económicas que ayudan a las personas superar la pobreza y miseria. Por lo tanto, con el desarrollo es posible eliminar la pobreza, creando más oportunidades de empleo y reducción de las desigualdades de ingresos de la sociedad. Las personas son capaces de controlar su entorno físico y el desarrollo, si tienen acceso a la riqueza y el ingreso. Las instituciones microfinancieras sociedad con formas de ahorrar, acceso a crédito y hacer crecer sus negocios, que, a su vez, contribuyan al desarrollo de la comunidad y el crecimiento económico general. [2] Las microfinancieras no son la panacea para eliminar la pobreza pero que juegan un papel importante en este proceso. Este trabajo evaluará cómo las instituciones microfinancieras contribuyen a la erradicación de la pobreza y los resultados de esta contribución a varias sociedades de bajos ingresos.

## 2. Metodología

Para llevar a cabo este análisis, el artículo evaluará diversos documentos que abordan el papel de las instituciones microfinancieras en la erradicación de la pobreza. Este análisis incluirá la evaluación del papel de las microfinanzas, el impacto de estas instituciones en diferentes sociedades, revisiones teóricas, desafíos que enfrentan las instituciones microfinancieras y estrategias que estas instituciones pueden emplear para tener éxito. Diversas teorías han sido confiadas en explicar esta relación. Incluyen el modelo de pueblo, el modelo del Banco Grameen, modelo MC2 y la Base del enfoque de pirámide. [3] Muhammad Yunus desarrolló el modelo del Banco Grameen en 1983 y pasó a ganar un premio Nobel de la paz en 2006. El banco sirvió préstamos a los pobres en Bangladesh. Este modelo se basa en información recogida de pequeños grupos, dan los individuos comunes y moralmente vinculantes, sentimientos como la seguridad proporcionada por los bancos convencionales. Esta forma de préstamos grupales permite echar a gente pequeñas cantidades de dinero, incluso aquellos que no pueden ofrecer garantías. Esta acción invierte las formas de banca convencional mediante la eliminación de garantías que se exigen a los sistemas basados en la participación, la creatividad y la confianza mutua. Fundador del Banco Grameen de Yunus, cree que el crédito es una herramienta que puede liberar a los pobres del ciclo de pobreza y les da acceso a varias oportunidades. El crédito equipa a los pobres con poder social, que para ellos no habría acceso a antes sin un aval. El mentor de esto argumentó que la banca convencional es contra los pobres, las mujeres y gente analfabeta, de manera que mantener un "status" quo entre los ricos y los pobres. Explicó que las personas pobres se beneficiarían de más oportunidades, no la caridad ya que estos pueden ayudar a iniciar y mantener negocios y, a su vez, erradicar la pobreza. Además, creía que las

instituciones microfinancieras deben crear productos dirigidos a estas personas que luego pueden iniciar actividades generadoras de ingresos.

John Hatch creó el modelo de banca del pueblo en la década de 1980 y se implementó con el objetivo de crear grupos financieramente sostenibles. La Fundación para la asistencia de la comunidad internacional entrena a un grupo de personas para crear una empresa de crédito de la comunidad. Esto hace posible que las pequeñas empresas compren acciones como accionistas y, como resultado, proporciona capital para crear crédito sostenible. Villa bancaria requiere grupos de 30 a 60 personas que luego de recibir su primer préstamo de la agencia ejecutora para individuos que son miembros. [3] Los miembros reciben una oportunidad de devolver los préstamos sobre una base semanal y son elegibles para un préstamo de segunda después de pagar el primero. El modelo MC2 se utiliza también para explicar la relación entre las instituciones microfinancieras y erradicación de la pobreza. En este modelo, las comunidades inician y mantienen micro-bancos para asegurarse de que mantienen sus creencias locales y costumbres. Este modelo pretende lograr estabilidad económica y financiera de los individuos. También apunta a la dimensión social atendiendo a las actividades en formas que devuelven la dignidad a las personas pobres y pequeños y que puedan planear y controlar su futuro. Este modelo se basa en la idea de que ahorro juega un papel importante en estimular progreso y conocimiento mientras que los préstamos sólo proporcionan una solución ligera para eliminar pobreza. [3]

### 3. Desarrollo y Discusión

#### *Desafíos que enfrentan las instituciones microfinancieras*

Varios estudios han examinado la relación entre microfinanzas y pobreza y algunos de ellos afirman que estas instituciones juegan un papel significativo en la erradicación de la pobreza. Estas instituciones financieras afectan positivamente la vida de las personas por mejorar sus condiciones de vida y lo que les permite aumentar su nivel de consumo y crecer su patrimonio. Hoy en día, es evidente que estos servicios ofrecen oportunidades de gran inversión para las regiones pobres. [4] Las microfinancieras juegan un papel fundamental como herramienta de reducción de la pobreza. [5] que hacen así que por ofrecer servicios financieros que permitan el ahorro, crédito y seguro para los pobres que luego sean capaces de gestionar sus riesgos, financiación de sus negocios y satisfacer sus necesidades de consumo. Estas instituciones actúan como una herramienta de reducción de la pobreza al proporcionar a la población que no tiene acceso a servicios financieros comerciales con pequeños préstamos y ahorros que permiten el crecimiento. Estas instituciones también actúan como herramientas de reducción de la pobreza creando oportunidades de empleo por cuenta propia. Sus servicios financieros permiten a los miembros a generar más ingresos y lograr la seguridad económica que les permite aprovechar ciertas oportunidades de desarrollo. Además, las instituciones microfinancieras también empoderan a la mujer, empujando a vivir en su máximo potencial. A veces ponen programas atienden específicamente a las mujeres en las comunidades pobres y esto ayuda a reducir la pobreza al mismo tiempo capacitar a este grupo de personas. Instituciones que implementan el modelo de grupo de autoayuda permiten a las mujeres empezar a desarrollar económicamente las actividades. Su participación en estas actividades les faculta en las áreas económicas y sociales. Las instituciones microfinancieras también permiten las personas pobres a formar parte de los mercados financieros de la sociedad; pobres a menudo son excluidos de los servicios financieros comerciales y que les deja depender sus ingresos inestables, que limita su participación en la toma de las oportunidades de desarrollo. Por lo tanto, las instituciones microfinancieras

permiten la existencia de pequeñas y medianas empresas, que de combustible el desarrollo de las zonas rurales en las comunidades. [5]

Instituciones de microfinanzas no sólo afectan a sus miembros, sino también las sociedades en que operan. Estas instituciones proporcionan pobres con servicios financieros no tendrían acceso a en los bancos tradicionales, y lo que les permite iniciar su pequeño negocio, costear sus necesidades básicas y cambiar sus vidas. Además, se benefician las sociedades donde operan desde la provisión de capital social y económico a la gente reduce la contratación de personas con males morales como crímenes y prostitución. Personas que de lo contrario serían participar en estas actividades son objeto de programas de formación financiera para comenzar a generar actividades mediante el acceso a servicios financieros ingresos. Estas instituciones también mejoran su accesibilidad a otros servicios como salud y educación.

También puede evaluar su contribución a la sociedad en varios niveles como niveles familia, individuo y empresa. A nivel doméstico, instituciones microfinancieras permiten a sus miembros a invertir en salud, educación y otras oportunidades de crecimiento de ingresos, que hace posible para que puedan administrar sus riesgos económicos y tomar oportunidades de crecimiento económico. [6] en el nivel individual, estas instituciones potenciar a sus miembros y ayudan a adquirir habilidades de manejo de dinero a través de sus programas de capacitación específicos. Algunas instituciones dirigidas específicamente a las mujeres y esto habilita incluso en otros aspectos sociales que les anima a contribuir a la sociedad de diferentes maneras. Además, las instituciones microfinancieras también benefician las sociedades en el nivel de la empresa a través de la creación de empleo de diferentes maneras. Además, las instituciones microfinancieras también benefician las sociedades en el nivel de la empresa a través de la creación de empleo a su vez, proporcionar oportunidades de empleo a las personas. Las instituciones microfinancieras también positivamente afectan la economía de la sociedad. Las instituciones mejoran capital productivo a través de sus programas de capacitación y educación, y también conducen al crecimiento del capital social de sus miembros. Estas instituciones han contribuido al desarrollo y crecimiento de la economía a través del alivio de la pobreza y el empoderamiento de las personas. [7] microfinancieras contribuyen a diversas empresas, especialmente pequeñas y medianas las. Estas empresas crean oportunidades de empleo y en algunos países, todo el sector privado representa menos de la mitad de las oportunidades de empleo. [8] estas empresas también fomentar la innovación, que es un factor importante para alcanzar el desarrollo y crecimiento económico. Mayoría pequeños empresarios están limitados a menudo por falta de fondos, que dificultan su creación y crecimiento. Este tipo de empresas requiere micro préstamos que pueden ayudarles a expansión sus actividades. Sin embargo, estos préstamos a menudo son garantizados y requieren un alto costo operativo que grandes instituciones de crédito como los bancos no pueden pagar; Esto fomenta la existencia del sector microfinanciero. [7]

#### *Estrategias que pueden utilizar las instituciones microfinancieras*

México es uno de los países con un gran mercado micro financiero, que incluye el mercado formal, informal, e instituciones semiformales. El país tiene un gran mercado micro financiero debido a la fuente constante de clientes. El Banco Compartamos es una institución de microfinanzas más importantes que se inició en 1990 con el objetivo de desarrollar el país. En el 2010 tenía más de 2 millones y, hoy, funciona la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México. [9] estas instituciones

financieras han transformado familias, influyó en el desarrollo de nuevos proyectos y las mujeres el poder. Se informa que el 80 por ciento de la población mexicana no puede acceder a los bancos comerciales, pero ha habido un aumento de 20 por ciento en la captación de servicios microfinancieros. La investigación muestra que el microcrédito ha beneficiado a México y ha afectado positivamente la sociedad reduciendo los niveles de pobreza. Las instituciones han causado particularmente al mejoramiento de la situación financiera de las personas, en su mayoría mujeres. Además, estas instituciones han creado oportunidades de trabajo y que han causado el desarrollo de la microempresa más. Sin embargo, mientras que estas instituciones se crean con el objetivo de reducir la pobreza y apoyo a empresas, haciendo posible que las personas pobres acceder a microcréditos no siempre aumentar sus ingresos. Acceso a microcrédito permite a familias de bajos ingresos hacer frente a los riesgos ya que tienen la flexibilidad de pasar y obtener ingresos cuando surja la necesidad. [9]

Para eliminar la pobreza, la gente debe tener acceso a servicios financieros para el desarrollo de los sectores privado e informal de la sociedad. Las instituciones microfinancieras proporcionan servicios financieros a individuos y grupos que no cumplen los criterios de otras instituciones financieras. En Uganda y otros países africanos, los servicios financieros son todavía ineficientes, subdesarrolladas, y están dominadas por un determinado porcentaje de la población. Sin embargo, sana competencia y estabilidad macroeconómica. Estas instituciones introdujeron al país en la década de 1980 con el objetivo de erradicar la pobreza haciendo servicios financieros más accesibles a los pobres. [10] las instituciones han crecido sobre los años y el país ahora tiene formal y microfinancieras semiformales que brindan una amplia gama de servicios a los ugandeses como ahorro, crédito, banca comercial y préstamos de dinero. Estas instituciones han desempeñado un papel clave en estimular el crecimiento económico del país haciendo que los mercados a dar cabida a los pobres y lo que es posible para ellos construir y mejorar su calidad de vida. Han hecho una contribución significativa al sector agrícola del país ya que esto es lo que 85 por ciento de los hogares rurales dependen para su supervivencia. Sin embargo, instituciones microfinancieras no pueden erradicar la pobreza por sí mismos y es necesario para implementar otras intervenciones que también pueden promover el crecimiento económico y aumentar el capital social de las personas y por lo tanto, eliminar la pobreza de la comunidad. [10]

Kenia también es otro país que se ha beneficiado de la introducción de instituciones microfinancieras. Los estudios indican que las instituciones microfinancieras juegan un papel significativo en la reducción de la pobreza en el país. Han dado lugar al inicio y crecimiento de microempresas que han dado a los pobres una oportunidad para mejorar su calidad de vida y hacen posible para que puedan mantener a sus familias. [11] En Kenya, las mujeres han sido los mayores beneficiarios de los servicios financieros proporcionados por las instituciones microfinancieras. Las instituciones han hecho social y económicamente el poder y esto se ha logrado a través de servicios de capacitación sobre gestión de empresas, registro de mantenimiento y emprendedor. Como resultado, esto ha aumentado las oportunidades de empleo, el número de niños educados, mejora de vivienda y nutrición y ha llevado al desarrollo de una cultura de ahorro. Dar de las instituciones de microfinanzas, sus consejos emprendedores clientes, monitorear y evaluar sus fondos para guiarlos a través de sus proyectos previstos.

En la India, hay varios dineros préstamos prácticas que las comunidades se practicaban antes de la introducción de instituciones microfinancieras. [12] El gobierno empezó a implementar formas para erradicar la pobreza desde su independencia y porque los pobres de la población en

su mayoría viven en zonas rurales, concentra en ofrecer crédito rural. El país también adoptó la política de la banca social, que condujo a la nacionalización de los bancos comerciales y la introducción de programas de préstamos directos. Sector de las microfinanzas de la India fue presentado por las organizaciones no gubernamentales, que se hicieron reaccionar a los servicios financieros atienden a los pobres en el país. Hay diferentes microfinancieras en el país, incluyendo grupos de autoayuda, organizaciones de base comunitaria, y yo ayudar a Grupo Banco enlace canal. La institución de Micro finanzas fue el segundo canal de la microfinanciación en India que comenzó en 1974, y Banco de las mujeres empleados auto la asociación es la más antigua institución de microfinanciación en India. Sector de las microfinanzas de la India ha crecido significativamente en las últimas dos décadas; en 2005, se informó que el país con el mayor número de prestatarios activos de estas instituciones. [12] la India también se dice que es el país que ha implementado varios modelos de microfinanzas y esto es posible debido al tamaño del país y la existencia de diferentes grupos sociales y culturales. Instituciones de microfinanzas de la India emplean varios modelos tales como el modelo Grameen, SHG, cooperativa, SHG federados y ROSCA. Las instituciones microfinancieras se creen que son herramientas de reducción de la pobreza debido a sus características únicas como empoderar a las personas pobres, crédito de inversión en pequeñas porciones y empoderando a las personas para hacerse cargo de su futuro financiero. [5] en Somalia, la Fundación Sa'id fue la primera institución de microfinanzas; comenzó en 1993. En 2010, que introdujo programas de microfinanzas dirigidos a los pobres en la comunidad por prestación de servicios financieros como créditos, seguros y ahorro, que permitió a los miembros a asumir los riesgos económicos, gestión de riesgos, iniciar pequeños negocios y mejorar su calidad de vida. [13]

#### *Desafíos que enfrentan las instituciones microfinancieras*

Las instituciones microfinancieras pueden enfrentan desafíos similares en distintas ubicaciones geográficas. Por ejemplo, en Kenia, las instituciones enfrentan un desafío con reembolso de préstamo porque los clientes por defecto en sus pagos y otros no son capaces de completar el pago dentro del período de reembolso de préstamo decidido. Además, a veces las instituciones no tienen capital suficiente para atender a las necesidades de sus clientes y esto limita la cantidad de fondos que se puede liberar. Además, las instituciones tienen un desafío colaborar con organismos similares en el país, sobre todo porque los consideran competidores. [11] Las instituciones microfinancieras también enfrentan a diferentes desafíos asociados con la ética, administración y asuntos legales. [12] a veces, las instituciones microfinancieras terminan como otras organizaciones sin fines lucrativos. Esto puede distraerlos del objetivo principal de erradicación de la pobreza por lo que permite a sus miembros funcionar negocios o proyectos. La corrupción es también un problema ético común donde las instituciones utilizan canales deshonestos, proveedores de servicios o funcionarios para completar sus actividades. Las instituciones microfinancieras también enfrentan problemas gerenciales como mantenimiento de registros pobre o falta de directivos cualificados para ejecutar sus actividades cotidianas. Estas instituciones también enfrentan a problemas legales en algunos países ya se registran a menudo como organizaciones sin fines de lucro cuyas operaciones son a menudo diferentes de aprovecharse de las organizaciones.

#### *Estrategias que pueden utilizar las instituciones microfinancieras*

Instituciones de microfinanzas emplean diversos enfoques incluyendo sistemas grupales, con intermediarios financieros, y recibir fondos de organizaciones no gubernamentales

internacionales. Instituciones de microfinanzas no pueden emplear estrategias similares desde debe adaptarse a los elementos culturales, políticos y económicos únicos de la sociedad en que opera. [2] sin embargo, puede aplicar para seguir siendo sostenible, ideológico e institucional, como la generación de ingresos o el enfoque minimalista. El siguiente es un análisis de las estrategias que estas instituciones pueden emplear basado en las características únicas de sus sociedades. Las instituciones microfinancieras pueden aumentar su tasa de éxito apoyándose en los esquemas financieros tradicionales que están cerca de las prácticas culturales de la comunidad y es más probable que sea sostenible. Sus clientes suelen estar cómodos con los conceptos de finanzas relacionadas con sus tradiciones. Por ejemplo, la respuesta tradicional africana banca en Nigeria es un esquema de préstamo exitoso que integra prácticas de microcrédito de la comunidad. [2] Este esquema de préstamo combina estas prácticas con servicios de capacitación y empoderamiento que han hecho más sensible. Las instituciones microfinancieras también pueden lograr más éxito manteniendo la flexibilidad que les permite construir sus servicios alrededor de la comunidad que espera la gente para adaptarse a sus estrategias de microfinanzas. Este enfoque ha tenido éxito en Burkina Faso donde Le Projet du de promoción de petit Crédit rural (PPPCCR) había implementado servicios que un alto porcentaje de la población analfabeta que tienen gran tradición oral. Este esquema emplea las tradiciones orales de la comunidad para explicar las condiciones de sus préstamos en sus reuniones locales y también involucran a ancianos de la aldea en el proceso de préstamo como evaluadores o motivadores. Además, el Banco también cuenta con empleados multilingües que pueden comunicarse efectivamente con sus clientes. [2] microfinancieras también pueden emplear estrategias que incentivar a sus clientes a ahorrar más. Estos servicios son beneficiosos para los clientes de bajos ingresos desde mejoran su autoestima financiera y disciplina. Alentando a clientes a ahorrar es un método mejor que préstamo ya que les atrae endeudamiento que les atrae a otros servicios financieros como de inversión. También es una estrategia inteligente cuando instituciones microfinancieras cobran una tasa de interés es lo suficientemente alto como para atender a sus gastos operativos. Al hacerlo, las instituciones no dependen de financiación externa y por lo tanto, capas de para ofrecer sus servicios financieros constantemente. Dirigida a las mujeres también se ha encontrado para mejorar el éxito de estas instituciones financieras porque se dice que las mujeres son más propensas a tomar préstamos que beneficiar a sus familias y por lo tanto, más comprometieron de servicios financieros similares. Las instituciones microfinancieras también pueden ofrecer servicios financieros que alentar a los grupos colectivos. Estos grupos son capaces de aumentar la tasa de reembolso de préstamo empoderamiento, educación y conciencia. Debido a la influencia mutua confianza y par de estos grupos, los individuos son más propensos a participar y para pagar sus préstamos. [2]

Como se mencionó anteriormente, las instituciones microfinancieras pueden emplear varios modelos para ofrecer servicios financieros que ayudan a erradicar la pobreza.

El modelo de grupo de autoayuda consiste en grupos de 5 a 20 personas que prestan de ahorro del grupo. [12] Estos grupos también buscan financiamiento para hacer crecer sus recursos. Miembros de estos grupos es voluntaria y a menudo es influenciada por similares intereses que los individuos planear y organizar su desarrollo. Este modelo ha sido implementado Juegan un papel importante entre a los miembros de la formación, desarrollo de cualidades de liderazgo, motivador y alentador de la autosuficiencia. Modelo de grupo de autoayuda federadas es una escala versión del modelo de grupo de autoayuda que reúne a muchos grupos de autoayuda. Este modelo aborda por los grupos de autoayuda, debido a su tamaño. Los grupos de autoayuda federados permiten a grupos de autoayuda para acceder a fondos externos y fomentar el

intercambio y la colaboración de varios grupos de autoayuda en problemas financieros y no financieros. Instituciones con este modelo tienen especial planes de ahorro donde los miembros pueden ahorrar para un objetivo específico. Debido a su tamaño, esta organización también ofrece diferentes oportunidades de ahorro y opciones de crédito. [12]

### *Políticas y análisis*

A pesar del crecimiento de las instituciones microfinancieras en el último siglo, el nivel de crecimiento es diferente en varias regiones en todo el mundo. Este continuo crecimiento ha llamado de atención sobre las diferentes regulaciones y políticas implementadas por los gobiernos que han causado diversos tipos en el crecimiento de las instituciones microfinancieras. Tradicionalmente, las instituciones microfinancieras han enfrentado menos regulaciones en comparación con el sector bancario comercial. Sin embargo, el rápido crecimiento del sector microfinanciero ha conducido a una llamada de la necesidad de implementar más reglamentos. En la actualidad, la mayoría de las instituciones de microfinanzas está guiada por normativa prudencial y no prudencial. Las regulaciones prudenciales están destinadas a proteger a los depositantes, pero ellos no protegen a los clientes sólo crédito. Las regulaciones prudenciales no incluyen las normas de entrada y también controlan las operaciones de la institución como fraude, protección de los consumidores y las limitaciones de propiedad extranjera. A pesar de su alcance, estas regulaciones son caras para las instituciones de microfinanzas con las regulaciones prudenciales están más caros. Por ejemplo, en los Estados Unidos, aproximadamente el 13 por ciento de gastos sin intereses de los bancos van a costos regulatorios. [7] microfinancieras a menudo reaccionan a estos costos pasando sobre los prestatarios. Sin embargo, en algunos países, estas altas tasas son todavía asequibles en comparación con las de la banca comercial. La aplicación de una tasa de interés techo por el gobierno no afecta a estas instituciones en la mayoría de los países ya que en su mayoría destino objetivo de las instituciones financieras comerciales. Además, la aplicación de los límites máximos de tasa de interés puede hacer que las instituciones microfinancieras dar préstamos a los miembros ricos en lugar de los más pobres quienes más se beneficiarían de estos servicios. Como resultado, la aplicación de los límites máximos de tasa de interés se considera que limitan el crecimiento y el éxito del sector microfinanciero. Algunos gobiernos también promulgaran reglamentos sobre préstamos para políticas y alentar a los préstamos dirigidos pero esto tiene un efecto negativo sobre los beneficios de las instituciones microfinancieras, que conduce a la mala asignación de recursos. Corrupción también se presenta en el presente Reglamento ya que las instituciones están influenciadas a veces para pagar sobornos para evitar la aplicación de normas vinculantes. Así, un clima político que controla y regula el sector de las microfinanzas es un caldo de cultivo para la corrupción. Esto también puede hacer que las instituciones de microfinanzas apoyar las regulaciones del gobierno que hacen difícil para los competidores a su mercado. Las reglamentaciones que hacen difícil para los negocios y microfinanzas que existe no son las favorables. [7]

El rápido crecimiento del sector microfinanciero ha causado más personas a prestar atención a las regulaciones y las políticas que rigen a estas instituciones. [14] Esta atención es causada también por la necesidad de minimizar el impacto de las fallas del mercado, proteger a los depositantes de grandes y pequeños, mantener la integridad y fomentar la eficiencia a través de estas instituciones de microfinanzas. [15] es importante que los gobiernos implementar reglas claras para evitar incurrir en supervisión recursos que podrían limitar el crecimiento del sector financiero. Reglamento se refiere para establecer las reglas que controlan las actividades y sistemas de las instituciones microfinancieras. También se refieren a sistemas de supervisión

decidir los requisitos, directrices y restricciones para las organizaciones de microfinanzas con el objetivo de garantizar el sector financiero funciona con integridad. [16] estas regulaciones pueden proteger a los consumidores y asegurar la estabilidad financiera, crece la confianza de los mercados, y reduce los casos de delitos financieros. [17] mirando el ámbito de aplicación de este Reglamento, es evidente que las políticas regulatorias influyen directamente el papel del sector de las microfinanzas en contribuir al crecimiento económico y en la erradicación de la pobreza. [18] Reglamento del sector microfinanciero protege a los pobres de quiebras de bancos y sus políticas estrictas que limitan el crecimiento de las empresas pequeñas y medianas. [19] los investigadores diferencian a menudo en su justificación de estas políticas regulatorias. La regulación del sector de las microfinanzas puede justificarse usando varias razones incluyendo lograr sostenibilidad financiera, prevención de riesgos de la moral, y promover la gestión de liquidez. [20, 21, 22] El rápido crecimiento del sector microfinanciero y la regionalización de los bancos comerciales han causado igualdad de financiación para todos y la financiación para el crecimiento. Viendo que las instituciones microfinancieras son colaboradores importantes en el sector financiero, hay una necesidad de estos jugadores a ser regulado. [23] varios países en desarrollo, estas regulaciones no son diversas y no controlan algunos aspectos de las instituciones financieras mientras que otros han optado por ser pragmáticos en sus planteamientos normativos. [24] en la mayoría de los países, estas normas [20] por ejemplo, en Tanzania y Sierra Leona, el mismo organismo que regula los bancos y otras organizaciones financieras principales también regula las instituciones microfinancieras. Por otra parte, en Ghana, existen normas para entidades financieras bancarias y no bancarias pero el Banco de Ghana es el regulador para el sistema financiero del país. [25]

Existen varios tipos de normas que un gobierno puede emplear para controlar el sector de microfinanzas. [26] sin embargo, la elección del modelo de Reglamento debe basarse en el importe incurrido por estas instituciones a cumplir con las regulaciones. [23] El Reglamento financiero se puede clasificar como no prudenciales o prudenciales. Las regulaciones prudenciales protegen todo el sistema financiero y garantizan la seguridad para los depositantes. Estas regulaciones protegen a los depositantes de las pérdidas, y esto, a su vez, mejora su confianza en el sistema financiero. [15, 27] Raramente se aplican regulaciones prudenciales en el sector de las microfinanzas, pero en cambio las regulaciones prudenciales no se quedan para hacer frente a la operación y la creación de organizaciones de microfinanzas, controles de tasa de interés y prevención del fraude y otras formas de delitos financieros. [28] Los investigadores explican que estas instituciones no tienen las políticas prudenciales desde una observación de sus operaciones puede mostrar sus activos son inferiores a los de los organismos financieros como los bancos. En consecuencia, las organizaciones de microfinanzas no son un gran riesgo en la estabilidad de los sistemas financieros. [29, 19] Sin embargo, otros afirman desde las instituciones microfinancieras están ocupando cada vez más una mayor proporción de depósitos de sus miembros, es necesario emplear regulaciones prudenciales para proteger a los depositantes teniendo en cuenta que la mayoría de ellos son pobres. [30, 31, 32] Por otra parte, la aplicación de estas normas hace que el sector de microfinanzas más formal y asegura que estas instituciones elaborar sus actividades y programas de intervención. [33] Las regulaciones prudenciales no proporcionan las instituciones con pautas sobre cómo llevar a cabo sus negocios sin evaluar la salud financiera de la organización. [34] estas regulaciones se dicen que se centran en tres objetivos fundamentales: proteger a los depositantes, permitiendo la existencia de diferentes instituciones ofreciendo diferentes productos y servicios y recopilación de información que el gobierno puede utilizar para crear políticas económicas y financieras. [24] estos tipos de reglamentos de trabajo porque dan las expectativas de las prácticas aceptables y

conductas. A pesar de estas regulaciones pueden percibirse como informal, han dado forma a la organización < directrices para la conducta apropiada y esto orienta sus resultados. [35]

#### *Políticas públicas y microfinanzas desde una perspectiva Latinoamérica*

Horacio García Belsunce quien sostiene: “El Estado como organización jurídico-política de la sociedad y para el cumplimiento de sus fines tiene que atender a la satisfacción de necesidades públicas. Para ello debe obtener los medios materiales (monetarios) que le permitan cumplir con esa obligación. Para este efecto el Estado realiza una serie de operaciones que denominaremos ‘fenómenos financieros’. El conjunto de estas operaciones es lo que constituye la actividad financiera del Estado, a la que podríamos definir como ‘el conjunto de actividades del Estado para obtener los medios (recursos) para satisfacer las necesidades públicas (gastos) para el cumplimiento de sus fines” [36]

El término microfinanzas (MF) se refiere a la provisión de servicios financieros a personas de bajos ingresos, particularmente a los pobres. Tales servicios incluyen pequeños préstamos para uso comercial o personal, depósitos, transferencias de dinero, medios de pago y seguros, entre otros. [37]

#### *Políticas públicas de microcrédito en Argentina*

Las microfinanzas, las microempresas y los micro emprendimientos para autoconsumo constituyen en la Argentina un fenómeno en aumento, inducido tanto por la crisis económica y social -incluyendo la creciente adopción, desde el Estado y las ONG, de políticas sociales no asistencialistas -, como por la progresiva expansión de una filosofía emprendedora en grupos determinados de la sociedad. [38]

#### *Políticas públicas de microcrédito en Colombia*

Se ha presentado un marco teórico para la interpretación del modelo del microcrédito y las microfinanzas, con un recorrido desde sus orígenes. Teniendo en cuenta que el tema de la investigación está limitado a Colombia, se revisaran los antecedentes en el país, la normatividad y la existencia de organismos gubernamentales y no gubernamentales que propician el aumento de la cobertura y el entorno de las IMF. Importante mencionar en esta parte del trabajo, un punto crítico de partida y a su vez de disyunción entre las políticas públicas y las microfinanzas, el repudio al legado negativo que ha dejado el desempeño del sector público como oferente de financiamiento lo que ha orientado al movimiento de las microfinanzas al sector privado en busca de inspiración, inspiración que debería corresponder al sector público. [39]

El punto principal del atraso en la lucha contra la pobreza en Colombia. Entre los años 1980 y 1996 se dio paso a la era de los microempresarios, en la cual se desarrollaron las Instituciones Microfinancieras IMF, a partir de las ONG. Estas instituciones se orientaron en préstamos de pequeñas cantidades para el desarrollo de proyectos productivos (principalmente en las zonas urbanas) a unas tasas de interés muy razonables. Una particularidad importante, es que las más exitosas y destacadas de estas entidades fueron aquellas que se enfocaron en el crédito a mujeres microempresarias que no tenían bienes que las respaldaran como garantía. [40]

### *Políticas públicas de microcrédito en Ecuador*

La Ley General de Instituciones del Sistema Financiero regula la creación, organización, actividades, funcionamiento y extinción de las instituciones del sistema financiero privado, así como la organización y funciones de la Superintendencia de Bancos (SBS). Define instituciones financieras privadas como los bancos, las sociedades financieras o corporaciones de inversión y desarrollo, las asociaciones mutualistas de ahorro y crédito para la vivienda y las cooperativas de ahorro y crédito que realizan intermediación financiera con el público. Se establece una exigencia de capital mínimo del 9% sobre los activos ponderados y un monto de capital básico de USD 2,628,940 para los bancos y USD 1,314,470 para las sociedades financieras o corporaciones de inversión y desarrollo. La SBS tiene la potestad de fijar el capital básico de las restantes entidades financieras [37]

### *El régimen tributario ecuatoriano y las finanzas*

Las estructuras financieras y administrativas en el orden tributario de un Estado, pueden según el orden y sistematización de sus tributos ser llamadas sistemas tributarios o regímenes tributarios, también se advirtió que los sistemas tributarios pueden llegar a mutar o transformarse en sistemas tributarios distorsivos, cuando el esquema fiscal pierde sistematización y orden; algunos estados nacen con regímenes tributarios, y evolucionan hacia los sistemas tributarios y dentro de ese esquema existe la posibilidad de que se mantengan como tal, se distorsionen o involucionen hacia la existencia y mantenimiento de apenas un régimen tributario, luego de un extenso análisis se concluyó que en el Ecuador se encuentra vigente un régimen tributario que nació como tal y que pese a su evolución y procesos de sistematización no ha podido llegar al estatus de sistema tributario, que en criterio de Ferreiro Lapatza es por decirlo menos utópico, el autor sostiene que “el concepto de sistema tributario aparece más bien como meta, como aspiración a la que hay que tender, más que como explicación teórica de algo existente. Pocas veces, en efecto, es posible conciliar satisfactoriamente en un conjunto de tributos vigentes los objetivos, muchas veces dispares, que se persiguen con los distintos Gravámenes, tal conciliación en el Ecuador caminó firmemente en un proceso que inició cinco décadas atrás pero que aún no ha visto los frutos de la transformación a un verdadero sistema tributario. [41]

### *Acceso a servicios financieros y políticas públicas en la disminución de la pobreza*

El acceso y utilización de una gama amplia de servicios financieros permite a las personas disponer de instrumentos adecuados para guardar excedentes, apalancar sus operaciones y cubrirse contra el riesgo de la ocurrencia de eventos cuya solución puede superar la capacidad de ahorro pasado y la misma capacidad de endeudamiento de la persona.

Debido a la imperfección de los mercados financieros, la población de bajos ingresos suele no tener acceso a servicios financieros formales, lo cual la ubica en una situación de desventaja para afrontar los choques externos que afectan negativamente su situación económica.

Desde el punto de vista macro, el acceso a los servicios financieros de la población no bancarizada es indispensable para lograr una mayor profundización financiera, que de acuerdo con la literatura, tiene impacto directo sobre la tasa de crecimiento de los países, por la expansión de la capacidad de consumo y por el incremento en el potencial de inversión.

Adicionalmente, el acceso a servicios financieros para la población de bajos ingresos es complemento importante de las estrategias para la erradicación de la pobreza pues facilita la generación de una dinámica positiva alejando a las personas de la “línea de pobreza”.

Las microfinanzas son un elemento en la lucha contra la erradicación de la pobreza, pero no es el único.

El acceso a servicios financieros permite estabilizar el consumo de las familias y en esa medida hace parte de las demás estrategias. [42]

#### *Políticas e instituciones de apoyo a las pymes en el Ecuador*

El Ecuador contó durante la década de los setenta con un importante conjunto de normas de fomento al desarrollo productivo, lo que permitió impulsar el crecimiento en muchos sectores de la economía nacional. Dichas políticas fueron eliminadas paulatinamente durante la década de los ochenta y ya en los años noventa el Estado carecía de las herramientas e instrumentos de intervención para fomentar actividades productivas. A partir de 2003, la política del Gobierno de Gutiérrez se orientó a la inserción económica y comercial del país en el contexto internacional, para lo cual se promovieron las exportaciones por medio del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración; el Ministerio de Industrias y Productividad; la Subsecretaría de Asuntos Económicos y Comerciales; y la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI).

Se orientaron mayores esfuerzos hacia los sectores estratégicos, tales como el turismo y las exportaciones tradicionales del Ecuador: productos del mar, flores, banano, café y cacao. Pocos productos no tradicionales contaron con apoyo del Estado, como fue el caso del brócoli, los espárragos y el mango. La principal política de fomento productivo se ha limitado durante los últimos años al financiamiento.

Los recursos financieros se han entregado por medio de los bancos públicos, como la Corporación Financiera Nacional (CFN) y el Banco Nacional de Fomento, y en algunos programas por la vía de los bancos privados. En contraste con esta política, las intervenciones en el área de ciencia y tecnología han estado prácticamente ausentes, por el limitado presupuesto destinado a estos aspectos tan fundamentales del desarrollo productivo. [43]

#### **4. Conclusión**

Es evidente que las instituciones microfinancieras juegan un papel significativo en la eliminación de la pobreza. Estas instituciones proporcionar servicios financieros a los pobres que normalmente tienen dificultades para acceder a los mismos servicios de las instituciones financieras tradicionales como bancos. Estos servicios financieros incluyen el ahorro, préstamo e inversión. Las instituciones microfinancieras pueden adoptar varios modelos de microfinanzas basados en los antecedentes culturales, sociales y económicos de las sociedades en que se utilice. Al hacerlo, miembros de estas instituciones son el poder y ser capaces de iniciar pequeñas empresas o proyectos que los hagan más financieramente independiente. Algunos académicos discuten que el sector de las microfinanzas no es la panacea para eliminar la pobreza y esto es evidente en los estudios de investigación evaluados en este artículo donde a pesar de que el sector de microfinanzas ha existido en algunos países por más de una década,

no han logrado reducir significativamente los niveles de la pobreza. Por lo tanto, hay una necesidad de que estas instituciones trabajen con otros sectores para implementar estrategias puede reducir significativamente el número de personas pobres en la sociedad. También hay una necesidad de implementar regulaciones eficaces y eficientes que permitan fomentar una comunicación abierta y la colaboración con distintas partes interesadas en la industria.

## Bibliografía

1. Egharevba ME, Eguavoen A, Azuh D, Iruonagbe TC, Chiazor, IA. Microfinance and poverty reduction strategy for promoting national development: The challenge of social/financial inclusion. The Soc. Sci. [Internet]. 2016 [cited 2019 Jan 16];11(22):5373-5386. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/79125035.pdf>
2. United Nations Office of the Special Coordinator for Africa and the Least Developed Countries. Microfinance & poverty eradication: Strengthening Africa's microfinance institutions. [Internet]. 2002 [cited 2019 Jan 21]. 147p. Available from: <http://www.findevgateway.org/sites/default/files/mfg-en-paper-microfinance-and-poverty-eradication-strengthening-africas-microfinance-institutions-2002.pdf>
3. Mutua, FN. Effect of microfinance services on poverty reduction in Makueni County. Master's thesis [Internet]. Kenya: South Eastern Kenya University, Department of Real Estate and Construction Management; 2017 [cited 2019 Jan 21]. Available from: [http://repository.seku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/3055/Mutua\\_Effect%20of%20microfinance%20services%20on%20poverty%20reduction%20in%20Makueni%20County.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.seku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/3055/Mutua_Effect%20of%20microfinance%20services%20on%20poverty%20reduction%20in%20Makueni%20County.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
4. Reynolds, P. & Bygrave, E. (January - 2004) Microenterprises and microcredit in Argentina. Retrieved January 5, 2019, Available from: [https://www.researchgate.net/publication/228515817\\_Las\\_politicas\\_publicas\\_orientadas\\_a\\_las\\_microfinanzas\\_en\\_Sudamerica](https://www.researchgate.net/publication/228515817_Las_politicas_publicas_orientadas_a_las_microfinanzas_en_Sudamerica)
5. Microcredit in Colombia Journal of the Faculty of Administrative and Economic Sciences (Vol. Estudios Management). Cali, Colombia, Edi. Colom. Available from: [https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios\\_gerenciales/article/view/132](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/132)
6. Miled, KB, Rejeb, JB. Microfinance and poverty reduction: A review and synthesis of empirical evidence. Procedia-Soc Behav Sci [Internet]. 2015 July 3 [cited 2019 Jan 18];195:705-712. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815038185> DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.06.339
7. Ramath P, Preethi. Microfinance in India-for poverty reduction. IJRDMR [Internet]. 2014 [cited 2019 Jan 18];2(4):20-23. Available from: [http://www.irdindia.in/journal\\_ijrdmr/pdf/vol2\\_iss4/5.pdf](http://www.irdindia.in/journal_ijrdmr/pdf/vol2_iss4/5.pdf)
8. Sultan MU, Latif WU, Ullah S, Jafar RM, Hussain S, Ahmed W, et al. The role of microfinance on poverty alleviation and its impacts on people and society: Evidence from the Grameen Bank. JPID [Internet]. 2017 [cited 2019 Jan 19];38:7-13. Available from: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JPID/article/view/38428/39505>
9. Lash N, Batavia B. Government policies and micro lending in emerging markets. Rev. Econ. Bus. Stud. [Internet]. 2016 [cited 2019 Jan 21];9(1):9-32. Available from: <https://content.sciendo.com/view/journals/rebs/9/1/article-p9.xml> DOI: 10.1515/rebs-2016-0023
10. Ayyagari M, Beck T, Demircuc-Kunt A. Small and medium enterprises across the globe. Small Bus Econ. [Internet]. 2007 [cited 2019 Jan 21];29(4):415-434. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-006-9002-5> DOI: 10.1007/s11187-006-9002-5

11. Drasarova, M, Srnec, IK. Microfinance as a tool for poverty reduction: A study in Mexico. MJSS [Internet]. 2016 Sept [cited 2019 Jan 18];7(5):18-26. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/309886519\\_Microfinance\\_as\\_a\\_Tool\\_for\\_Poverty\\_Reduction\\_A\\_Study\\_in\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/309886519_Microfinance_as_a_Tool_for_Poverty_Reduction_A_Study_in_Mexico) DOI: 10.5901/mjss.2016.v7n5p18
12. Kamusaala BD. Rethinking poverty reduction by microfinance institutions: A case study of rural subsistence farmers in Uganda. ICSD [Internet]. 2017 [cited 2019 Jan 21]. Available from: <http://ic-sd.org/wp-content/uploads/sites/4/2017/01/BAbi.pdf>
13. Oware OE. The effect of microfinance loans on poverty reduction: A case study of K-Rep bank. Master's thesis [Internet]. Nairobi: University of Nairobi School of Business; 2012 Oct [cited 2019 Jan 21]. Available from: [http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/13041/Ochieng'\\_The%20Effect%20Of%20Microfinance%20Loans%20On%20Poverty%20Reduction%20A%20Case%20Study%20Of%20K-rep%20Bank..pdf?sequence=3](http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/13041/Ochieng'_The%20Effect%20Of%20Microfinance%20Loans%20On%20Poverty%20Reduction%20A%20Case%20Study%20Of%20K-rep%20Bank..pdf?sequence=3)
14. Shodganga. Microfinance in India: Scopes and limitations [Internet]. Shodganga; 2009 [cited 2019 Jan 21]. Available from: <http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/51331/9/09.chapter%203.pdf>
15. Dahir, AM. The challenges facing microfinance institutions in poverty eradication: A case study in Mogadishu. IJHSSE [Internet]. 2015 Feb [cited 2019 Jan 19];2(2):56-62. Available from: <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijhsse/v2-i2/5.pdf>
16. Bredberg S, Ek S. How to apply microfinance activities in the developed world: A case study in New York City. Master's thesis [Internet]. Stockholm: KTH Vetenskap Och Konst, Department of Real Estate and Construction Management; 2011 [cited 2019 Jan 19]. Available from: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A490763&dswid=7485>
17. Ali AE. The regulatory and supervision framework of microfinance in Kenya. Int'J. Soc Sci. Stud. [Internet]. 2015 Sept [cited 2019 Jan 19];3(5):123-130. Available from: <http://redfame.com/journal/index.php/ijsss/article/view/1004/939>
18. Ogbulu OM, Uruakpa PC, Umezina CL. Empirical investigation of the impact of deposit rates on fund mobilization by Deposit Money Banks in Nigeria. J Finance Bank Manag [Internet]. 2015 Jun. [cited 2019 Jan 21];3(1):77-89. Available from: [http://jfbmnet.com/journals/jfbm/Vol\\_3\\_No\\_1\\_June\\_2015/8.pdf](http://jfbmnet.com/journals/jfbm/Vol_3_No_1_June_2015/8.pdf) DOI: 10.15640/jfbm.v3n1a8
19. Ali AE. The regulatory and supervisory framework of microfinance: Some evidence from Sudan. Asi Soc Sci [Internet]. 2015 May 15 [cited 2019 Jan 21];11(15):76-83. Available from: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/view/43118> DOI: 10.5539/ass.v11n15p76
20. Boateng AA, Boateng GO. An appraisal of risk management practices of microfinance institutions in Ghana. JEDS [Internet]. 2014 [cited 2019 Jan 16];5(6):14-21. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/ba95/8e63c44f2b9d7812fbf5f82bab41fb6e8df0.pdf>
21. Boateng AA. An Examination of challenges and prospects of microfinance institutions in Ghana. JEDS [Internet]. 2015 [cited 2019 Jan 16];6(4):52-61. Available from: <https://iiste.org/Journals/index.php/JEDS/article/download/19993/20521>
22. Marianne R. Role of regulation and microfinance in Asia, Africa and Latin America. MPRA [Internet]. 2013 Nov [cited 2019 Jan 21]. 18p. MPRA Paper No. 51177. Available from: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/51177/1/MPRA\\_paper\\_51177.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/51177/1/MPRA_paper_51177.pdf)
23. Song J, Wang R, Cavusgil ST. State ownership and market orientation in China's public firms: An agency theory perspective. Int. Bus. Rev. [Internet]. 2015 Jan [cited 2019 Jan 16];24(4):690-699. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/8ea0/e51625657e6758ea47b66a13636da790747e.pdf>

24. Puyvelde SV, Caers R, Du Bois C, Jegers M. The governance of nonprofit organizations: Integrating agency theory with stakeholder and stewardship theories. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* [Internet]. 2012 Jun [cited 2019 Jan 16];41(3):431-451. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0899764011409757> DOI: 10.1177/0899764011409757
25. Ndambu J. Does regulation increase microfinance performance in Sub-Saharan Africa? Frankfurt School of Finance & Management. Technical Note No. 3/2011 [Internet]. Frankfurt School of Finance & Management – International Advisory Services; 2011 [cited 2019 Jan 21]. Available from: <https://www.microfinancegateway.org/sites/default/files/mfg-en-paper-does-regulation-increase-microfinance-performance-in-sub-saharan-africa-jul-2011.pdf>
26. Cohen M, Burjorjee D. Donor brief: The impact of microfinance Washington, DC: CGAP/World Bank; 2003. 2p. <https://www.cgap.org/research/publication/impact-microfinance>
27. Bank of Ghana. Supervision: Regulatory Framework [Internet]. Ghana: Bank of Ghana; 2018 Apr 17 [cited 2019 Jan 21] Available from: <https://www.bog.gov.gh/supervision-a-regulation/regulatory-framework>
28. Rahman MW, Luo J. Regulation of microfinance service provider in China and Bangladesh: An approach to strengthening the regulatory environment. *Afr. J. Bus. Man.* [Internet]. 2012 Jan. [cited 2019 Jan 21];6(3):1019-1023. Available from: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1998510](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1998510) DOI: 10.5897/AJBM11.1739
29. Mohr B, Wagner H. A structural approach to financial stability: on the beneficial role of regulatory governance. *J. Gov. Reg.* [Internet]. 2013 Jan [cited 2019 Jan 21];2(1):7-26. Available from: <https://virtusinterpress.org/A-STRUCTURAL-APPROACH-TO-FINANCIAL.html> DOI: 10.22495/jgr\_v2\_i1\_p1
30. Founanou M, Ratsimalahelo Z. Regulation of microfinance institutions in developing countries: an incentives theory approach. *Crese* [Internet]. 2016 Jan [cited 2019 Jan 21]. 17p. Working paper No. 2016-3. Available from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01376900/>
31. Ayeh RO. Comprehensive microfinance in Ghana: A hope for the poor. Accra, Ghana: Dots Concepts Limited; 2012.
32. Christen RP, Lauer K, Lyman TR, Rosenberg R. A guide to regulation and supervision of microfinance: consensus guidelines. Washington, DC: CGAP/World Bank; 2012. 120p.
33. Addae-Korankye A. Microfinance and poverty reduction in Ghana: The Case of Central region of Ghana. *Asi. Eco. Fin. Rev.* [Internet] 2012 Mar [cited 2019 Jan 21];2(1):135-141. Available from: [http://www.aessweb.com/pdf-files/AEFR,%20\(1\),%20135-141.pdf](http://www.aessweb.com/pdf-files/AEFR,%20(1),%20135-141.pdf)
34. Nzaro R, Njanike K, Javarani E. The impact of regulation policy on product and service delivery of micro-financial institutions: A case of Zimbabwe. *GARJMBS* [Internet]. 2013 Sept [cited 2019 Jan 21];2(9):429-438. Available from: <http://garj.org/full-articles/the-impact-of-regulation-policy-on-product-and-service-delivery-of-micro-financial-institutions--a-case-of-zimbabwe.pdf?view=download>
35. Quao KH. Financial monitoring policies of microfinance institutions in Accra: Policy formulation and implementation challenges. Doctoral dissertation [Internet]. Durban: Durban University of Technology, Faculty of Management Sciences; 2016 [cited 2019 Jan 21]. Available from: [https://ir.dut.ac.za/bitstream/10321/2563/1/QUAO\\_KH\\_2017.pdf](https://ir.dut.ac.za/bitstream/10321/2563/1/QUAO_KH_2017.pdf)
36. GARCÍA H; 2003, La ciencia de las financiera del Estado (tomo I), Buenos Aires, Argentina, Edi. Buenos aires.
37. Delfiner, M. & Gomez, A. (junio - 2009)Las políticas públicas orientadas a las microfinanzas en Sudamérica. Recuperado 05 de enero de 2019, de [https://www.researchgate.net/publication/228515817\\_Las\\_politicas\\_publicas\\_orientadas\\_a\\_las\\_microfinanzas\\_en\\_Sudamerica](https://www.researchgate.net/publication/228515817_Las_politicas_publicas_orientadas_a_las_microfinanzas_en_Sudamerica)

38. Reynolds, P. & Bygrave, E. (ENERO – 2004) Las microempresas y el microcrédito en Argentina. Recuperado 05 de enero de 2019, de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3159320>.
39. Armendariz, B. & Morduch, J. (2012). Economía de Las Microfinanzas: Fondo De Cultura Económica USA.
40. Barona, Z. (2004). Microcrédito en Colombia Revista de Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas (Vol. Estudios Gerenciales). Cali, Colombia, Edi. Colom.
41. FERREIRO J. , 2000, Curso de Derecho Ediciones Jurídicas y Sociales S.A.,. Español, Madrid, Edi. Marcial Pons.
42. I. Irrarázaval, E. Puga, M. Morandé & M. López Las microfinanzas como instrumento para la superación de la pobreza. Recuperado 05 de enero de 2019 de <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2016/02/Microfinanzas.pdf>
43. C. Ferraro & G. Stumpo (julio – 2010) Políticas de apoyo a las pymes en América Latina. Recuperado 05 de enero de 2019, de file:///C:/Users/PC4/Downloads/LCG2421P\_es.pdf

## *Gestión eficiente de las economías locales a través de estrategias administrativas*

*(Efficient management of local economies through administrative strategies)*

E. Melendres <sup>(1)\*</sup>, M. Campaña <sup>(2)</sup>, J. Flores <sup>(3)</sup>, R. Acosta <sup>(4)</sup>

(1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de empresas, Extensión Macas

(2) Centro de Capacitación Ocupacional Particular Canadian, Coordinación pedagógica, Riobamba

(3) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de empresas, Extensión Macas

(4) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de empresas, Extensión Macas

\*Correspondencia. Tel: 0987773579, emmelendres@hotmail.com (E, Melendres Medina)

### **RESUMEN**

La gestión de la economía local plantea retos al integrarse al sector productivo como uno de sus ejes de crecimiento, este estudio plantea un análisis de la dinámica de estrategias administrativas aplicadas en las microempresas de la ciudad de Macas y su incidencia en la eficiencia para promover el desarrollo del espacio, convirtiéndose éstas en las dos variables de estudio: la gestión de las economías locales y las estrategias administrativas, la metodología de trabajo a utilizar comienza definiendo una investigación de tipo cuantitativa y cualitativa, no experimental, denostándose su independencia a través del método Chi cuadrado determinándose que menos del 50% de negocios aplica algún tipo de estrategia administrativa con una incidencia directa en la gestión de la economía local que trabaja de manera aislada del sector productivo creándose una herramienta a través de la cual se pueda crear una sinergia para lograr el objetivo común que permita eficiencia en el mercado y la gestión pública.

**Palabras clave:** Administración, Economía, desarrollo, negocios, gestión, estrategias.

### **ABSTRACT**

Efficient management of local economies through administrative strategies is a study of the management of the local economy poses challenges when integrating into the productive sector as one of its growth axes, this study proposes an analysis of the dynamics of administrative strategies applied in the micro enterprises of the city of Macas and its impact on efficiency to promote the development of space, these becoming the two variables of study: the management of local economies and administrative strategies, the work methodology to be used begins defining a quantitative and qualitative research, not experimental, denoting its independence through the method Chi square determining that less than 50% of businesses apply some kind of administrative strategy with a direct impact on the management of the local economy that works in isolation from the productive sector, creating a tool through which synergy can be created to achieve the common goal that allows efficiency in the market and public management.

**Keywords:** Administration, Economy, development, business, management, strategies.

## 1. Introducción

### *Antecedentes*

Los autores LLORENS J, ALBURQUERQUE F, CASTILLO J, en uno de sus informes de buenas prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible titulado “Estudio de casos de desarrollo económico local en América Latina”, ubicado por el Banco Interamericano de Desarrollo en Washington D.C., plantea una nueva forma para abordar el progreso local cuestionando la visión de desarrollo económico a la vía del desarrollo industrial fundamentado en la gran empresa integrada verticalmente, de esta manera resalta los siguientes puntos como promotores de un desarrollo local: 1. La búsqueda de nuevas formas de desarrollo, la cual discurre paralela a la necesidad de encontrar respuestas a la gestión institucional de la economía y de la sociedad, 2. la participación de los grupos sociales y de los agentes económicos locales en la definición de las estrategias de desarrollo, 3. la inversión en capacitación de los recursos humanos y en la construcción de la institucionalidad, 4. la mejora de la calidad de los factores productivos y la calidad de vida de la población en general. El programa de investigación, que analizaba tres áreas principales de descentralización (política, fiscal y administrativa) mostró que el reforzamiento de las capacidades locales permite reforzar la democracia a escala nacional, revertir el sesgo urbano de las políticas, reducir la pobreza que surge de las disparidades regionales y otorgar atención a los factores socioeconómicos de la misma. Igualmente facilita el redimensionamiento de los esfuerzos de desarrollo, promueve la cooperación entre organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, e incrementa la transparencia y responsabilidad en la gestión por parte de las instituciones.

JUAREZ G, en su artículo “Revisión del concepto de desarrollo local desde una perspectiva territorial” concluye indicando que el desarrollo local, en cualquier caso, es uno de los elementos más significativos en la creación de redes que favorecen la calidad de los habitantes y el cuidado y protección de los recursos, siendo su eje de transformación el espacio local, es decir, el espacio en el que cada individuo se siente comunidad, donde cada individuo puede actuar. La revalorización del espacio local como agente productivo del conjunto global y como esfera de actuación evita problemas de cohesión territorial, aumenta las posibilidades de los habitantes, implica una mejora en la comunicación social y en el desarrollo sostenible, revaloriza los recursos endógenos y aumenta la participación de la población.

### *Economías locales*

El principal motivo para desarrollar economías locales siempre ha sido el hecho de construir y edificar las capacidades institucionales y de producción dentro de un territorio definido, con regularidad una región o municipalidad, para mejorar su visión económica, pero sobre todo la calidad de vida de sus habitantes.

La definición de desarrollo local, nace de un consenso entre varias instituciones a nivel mundial tales como: Banco Mundial, Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) y CAF tanto, así como de académicos y expertos en el área. El Desarrollo Local propone un aporte de suma importancia a mejorar el desempeño económico nacional, en tal virtud en los últimos años, esta forma de desarrollo ha ido ganando tal importancia que inclusive se considera obedece a la competencia global, la movilidad de la población, avances en materia de tecnología y las constantes diferencias espaciales e

inestabilidades territoriales, se debe hacer énfasis en que un desarrollo local de eficiencia puede coadyubar a disminuir las disparidades sociales, generación de empleos y masificar la creación de empresas, aumentar la inversión total en lo referente al sector privado, mejorando de esta forma los flujos de información con los inversionistas, adicional a esto o como resultado inmediato mejora la coherencia y confianza en la estrategia económica local.

Este tipo de políticas aborda también una mejora en la evaluación y análisis de activos económicos locales, pero sobre todo de una sólida y madura identificación de sus ventajas comparativas, mismas que permiten sumarse a una estrategia de desarrollo mucho más enriquecida y firme.

En los últimos años un gran número de ciudades a nivel mundial se han convertido en verdaderos nichos que promueven el desarrollo local. Los gobiernos nacionales están aceptando como necesidad prioritaria el hecho de aumentar las capacidades institucionales de las regiones, con la única finalidad de que las autoridades puedan tomar decisiones y hacer las intervenciones pertinentes, a fin de mejorar su desempeño económico, y así de esta manera ser parte del desarrollo del país. En algunos territorios esto ha llevado a verdaderos esfuerzos en descentralización y democratización del gobierno. (Greg Clark, 2012)<sup>1</sup>

El desarrollo económico local se origina en sociedades cuyas formas de organización, situaciones sociales, cultura e inclusive códigos de conducta estipulan los procesos de canje estructural. Las empresas locales son el vehículo que facilita la inserción de los sistemas productivos en el sistema de relaciones socioculturales del territorio. Los sistemas productivos locales han nacido y se han consolidado en áreas que se caracterizan por un sistema sociocultural fuertemente vinculado al territorio. La aceptación de un modelo de sociedad en que se premia el esfuerzo y la ética del trabajo, en que la capacidad emprendedora es un valor social reconocido, en que se potencia la movilidad social, explica el funcionamiento de los mercados de trabajo locales y la capacidad de respuesta de las comunidades locales ante los cambios tecnológicos y los desafíos de la competitividad. El funcionamiento de las economías locales sólo puede explicarse por la fuerte relación que se establece en los diferentes territorios entre empresa, cultura, instituciones y sociedad local. Las estructuras familiares, la cultura y los valores locales determinan los procesos de desarrollo local y son una condición necesaria para la consolidación de estos procesos. Históricamente, la familia ha contribuido de forma singular al surgimiento y desarrollo de las empresas y al funcionamiento de la sociedad y la economía a nivel local, al canalizar recursos humanos, empresariales y financieros a buena parte de los proyectos productivos. (Barquero, 2001)<sup>2</sup>

Cuando el crecimiento económico hace referencia a un desarrollo económico global de pequeñas y medianas empresas, es un paso muy agigantado hacia la construcción de un sistema de conexión entre desarrollo económico y el humano.

---

1 Greg Clark, J. H. (2012). *La economía local: la función de las agencias de desarrollo*. España: CAF.

2 Barquero, A. V. (2001). *LA POLÍTICA DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL*. *Desarrollo económico local y Descentralización en América Latina*, p. 21-45.

### *Aspectos de la dinámica de las economías locales*

Para Vásquez Baquero en su libro “LA POLÍTICA DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL. *Desarrollo económico local y Descentraliza con en America Latina*”, El estudio del desarrollo de las economías locales se basan en cinco aspectos a través de los cuales se puede estudiar la economía local si tomamos en cuenta sus sistemas productivos.



Fig. 1. Sistemas Productivos Locales

Autor: Grupo investigador basado en “La política de desarrollo Económico” (Vásquez Baquero, 2001)

Una vez revisada la problemática social y económica de los sectores productivos locales, se debe hacer énfasis en las pautas que cada una de ellas toman para tratar de mitigar varios factores de riesgo, con los que la empresa y las economías locales deben enfrentarse; para esto se hace uso de varias formas, técnicas o estrategias que le permitan hacer de su negocio una actividad productiva y de mejora constante.

### *Estrategias administrativas*

Según el autor Alfredo Fernández Lorenzo, a fin de definir una estrategia que nos permita alcanzar el éxito, necesariamente se debe tomar en cuenta ciertos aspectos importantes como:

- Contar con un horizonte temporal relativamente alto.
- Debe contar con objetivos claros y definidos, los cuales los lleven a enrumbar la empresa, pero igual de importante también está determinar los medios para poderlos alcanzar.
- Se debe ser consistente, esto para afrontar retos y dificultades propios de la empresa
- Concentración de esfuerzos
- Se debe adaptar al medio esto supone ser flexible y factible a la vez
- Se debe basar en un liderazgo coordinado y comprometido
- Y quizá como dato relevante, debe facilitar la creación o permanencia de la superioridad competitiva de la empresa

A pesar de cada empresa puede definir su propia estrategia en función del mercado y de sus características, hay varias alternativas estratégicas genéricas por la que se puede optar en un momento dado.

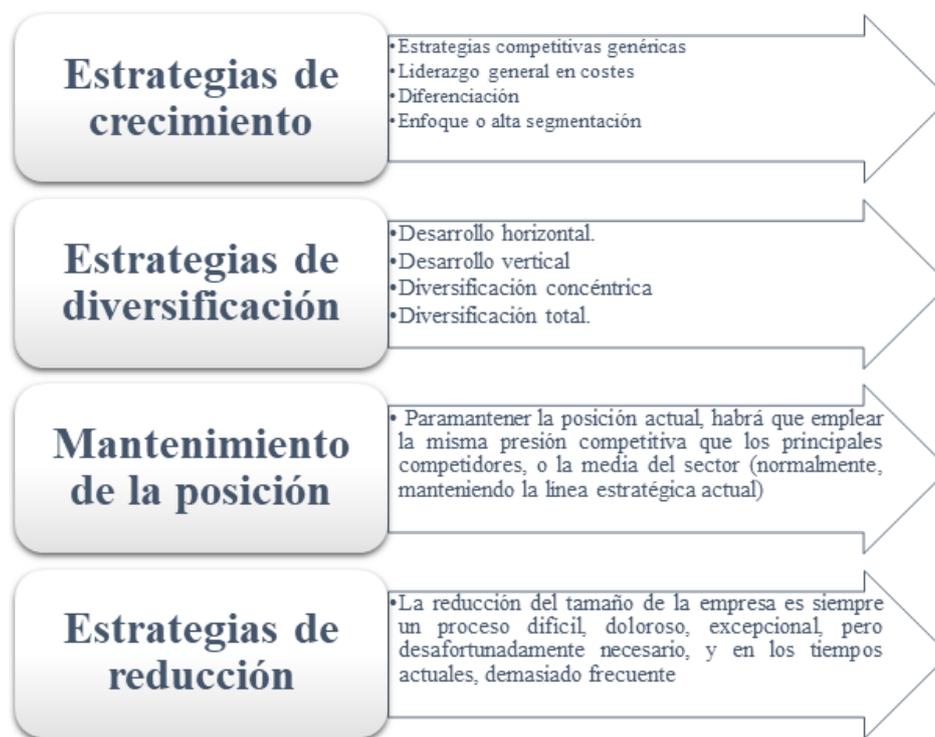


Fig. 2. Estrategias Administrativas.

Autor: Grupo investigador basado en "Conceptos de estrategia Empresarial" (Alfredo Fernández Lorenzo, 2012).

Al hablar de estrategias es necesario pensar en el origen y destino de la tarea a ejecutar, por ende, se tiene un abanico de opciones a fin de ajustar las necesidades a su principal oportunidad de superación y mejora, la administración hace uso de estos tipos de estrategias, a razón de entregar un abanico de opciones, de las cuales se podrá ejecutar aquellas que mejor se ajusten a sus requerimientos.

#### *Desarrollo local y pequeñas empresas*

Lograr una economía en desarrollo nacional depende del crecimiento particular de cada una de las economías territoriales o locales, si bien la política nacional delinea las estrategias a seguir, son los territorios pequeños donde se concretan los sistemas productivos exitosos en una combinación de gestión de gobiernos seccionales para los sectores productivos.

El territorio es concebido como un factor estratégico (activo) de oportunidades de desarrollo en función de sus características específicas, que le son propias porque cada territorio es producto de su historia (Vázquez Barquero, 1997)

Las estrategias administrativas de gestión son propias de cada espacio geográfico y determinarán el éxito que tendrán de acuerdo a los recursos, sistemas productivos y acciones que se logren concretar en un objetivo común.

La política de desarrollo local considera como uno de sus pilares en el fomento de la capacidad empresarial y en el fortalecimiento del sistema empresarial como medio para generar empleo y riqueza en el nuevo marco más competitivo e integrado que implica la creciente

mundialización de los intercambios comerciales, tecnológicos y de información del nuevo paradigma informacional del desarrollo (Castells, 1998).<sup>3</sup>

Administración es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades de los miembros de la organización y de utilizar todos los recursos organizacionales disponibles para conseguir los objetivos organizacionales, establecidos.<sup>4</sup>

Las microempresas se convierten impulsores del desarrollo logrando crear fuentes de empleo y mejores ingresos para los emprendedores, dotándole al territorio de elementos que los vuelven más competitivos.

#### *Gestión de economías locales eficientes*

Para las nuevas tendencias de gestión el Estado, además de cumplir con sus funciones clásicas (bienes públicos, equilibrios macroeconómicos, equidad), debe incorporar dentro de los límites de su capacidad administrativa lo siguiente: primero, la promoción o simulación de mercados ausentes (mercados de capital de largo plazo, mercado de divisas a futuro); segundo, el fortalecimiento de mercados incompletos (el tecnológico); tercero, la superación o enmienda de las distorsiones estructurales (heterogeneidad de la estructura productiva, concentración de la propiedad, segmentación del mercado de capital y del trabajo); cuarto, la eliminación o composición de la más importantes fallas del mercado derivadas de rendimientos de escala, aprendizaje (industrial o del sector externo) y externalidades (Ramos y Sunkel, 1991)<sup>5</sup>

Las economías locales pueden realizar una gestión eficiente cuando logran una congruencia entre el sector productivo y los gobiernos seccionales, pues demuestran una interdependencia, dotando uno al otro de herramientas que los ayuden a comprender el presente y proyectarse al futuro siendo esta la base para un desarrollo sustentable.

En la ciudad de Macas la gestión pública seccional se realiza de manera aislada al sector productivo, por lo que las microempresas desconocen o aplican de manera deficiente las estrategias administrativas trabajándose en varios objetivos sin una sinergia lo que provoca que la economía local y su gestión sean deficientes.

#### *Los objetivos de la investigación son:*

##### *Objetivo General*

- Analizar la gestión de las economías locales y su eficiencia a través de estrategias administrativas en la ciudad de Macas.

---

3 CASTELLS, M. (1998): «La era de la información». Alianza Editorial. Madrid

4 Michael H. Mescom, Michael Albert y Franklin Khedouri. *Management: individual and organizational effectiveness*. Nueva York, Harper & Row, 1985, extraído de [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/admon\\_gest\\_ntics/unidad\\_1/U1\\_Nydamonactual.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/admon_gest_ntics/unidad_1/U1_Nydamonactual.pdf)

5 Sunkel, O. (1991) *Desarrollo desde dentro: un enfoque neoestructuralista para la América Latina*. El Trimestre Económico. Fondo de Cultura Económica, México.

*Los objetivos específicos de la investigación incluyen:*

- Determinar los aspectos de análisis de economías locales que permita la comprensión de su dinámica.
- Conocer las estrategias administrativas aplicadas en los negocios de la ciudad de Macas.
- Establecer mecanismos de eficiencia en la aplicación de estrategias administrativas que permita una adecuada gestión de economías locales.

## **2. Materiales y Métodos**

Esta es una investigación cualitativa y cuantitativa que se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones que pretenden analizar las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas y aspectos de la dinámica de la economía local que permitan establecer mecanismos eficientes de gestión para el desarrollo, tomando en cuenta aspectos teóricos, sociales, económicos, tecnológico, estadísticos.

Es una investigación de método no experimental, en el cual se utilizan técnicas de investigación bibliográfica y de campo, a nivel exploratorio, descriptivo, analítico y prospectivo para los análisis correspondientes.

Se establece como punto de partida el estudio de las siguientes variables: las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas y aspectos de la dinámica de la economía local, debiéndose comprobar la hipótesis: las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas dependen de aspectos de la dinámica de la economía local para lograr una gestión eficiente del territorio.

Las estrategias administrativas de los negocios se estudian a partir de:

1. Planeación estratégica
  - Misión
  - Visión
  - Objetivos
  - Valores
  - Análisis de entornos
2. Estrategias de crecimiento
  - Estrategias competitivas genéricas
  - Liderazgo general en costes
  - Diferenciación
  - Enfoque o alta segmentación
3. Estrategias de diversificación
4. Mantenimiento de la posición
5. Estrategias de reducción

La dinámica de las economías locales se estudia en función de siguientes aspectos desde la perspectiva del sistema productivo local:

1. Organización de la producción y economías territoriales:
  - Entorno innovador
  - Especialización flexible
  - Complejos productivos
  - Organización productiva
2. Aprendizaje, innovación y territorio
  - Actores sociales
  - Relaciones económicas
  - Relaciones sociales
  - Relaciones políticas
  - Relaciones legales
3. Mercado de trabajo y acumulación de capital
  - Utilización del talento humano disponible
  - Salarios
  - Acumulación de capital
4. Desarrollo, cultura y sociedad
  - Formas de organización
  - Condiciones sociales
  - Condiciones culturales
  - Códigos de conducta
5. Espacio de los sistemas productivos locales
  - Procesos organizativos
  - Procesos tecnológicos

### 2.1. Población y Muestra

El estudio de las variables amerita los siguientes espacios, de acuerdo al análisis las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas se determina la siguiente población.

De acuerdo al SRI, IESS, Ministerio de Educación, Superintendencia de Bancos y Encuestas Internas del INEC establece que las empresas y establecimientos a nivel nacional registrados en el SRI en el 2016 a nivel nacional es de 843.745 empresas y 978.490 establecimientos, datos con una cobertura geográfica provincial, cantonal y parroquia rural, de donde la micro empresa a nivel nacional representa el 90,51%, (763.636 establecimientos), la provincia de Morona Santiago congrega una participación en ventas según provincia, año 2016 del 0,1% (764 microempresas)<sup>6</sup>

---

6 INEC, Directorio de empresas y establecimientos 2016 extraído de: [www.Ecuadorencifras.gob.ec](http://www.Ecuadorencifras.gob.ec)

Una vez seleccionada la población se calcula la muestra como sigue a continuación:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2(0,5)(0,5)(764)}{764(0,05)^2 + (1,96)^2 (0,5)(0,5)}$$

$$N = 256$$

La investigación se realiza con 256 encuestas en grupo aleatorio a negocios como tiendas de abastos y comercios pequeños de la ciudad de Macas, provincia de Morona Santiago, Ecuador.

Se toman datos generales de la economía local de la ciudad de Macas en interrelación con la microempresa.

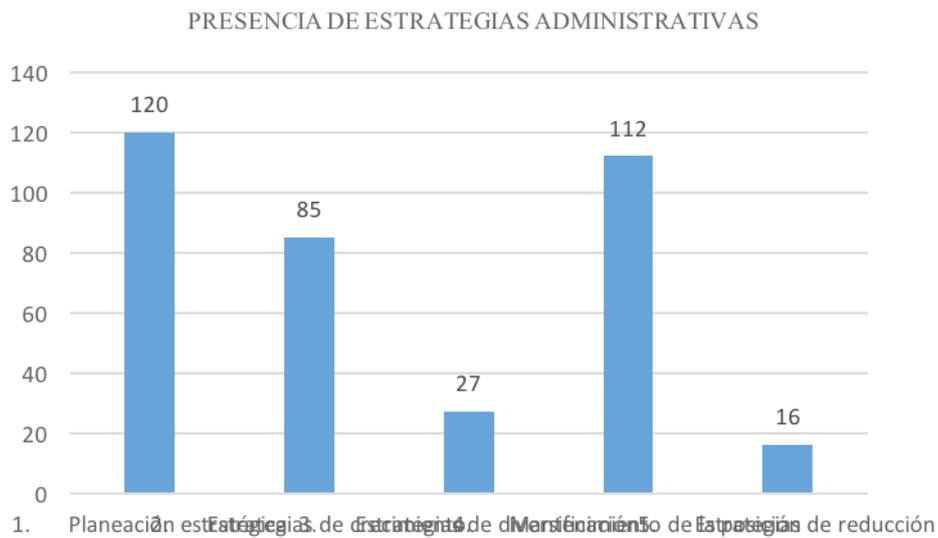
### 3. Resultados y Discusión

La comprobación de la Hipótesis utiliza el método estadístico chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) para independencia pues contrasta el supuesto de independencia estadística entre dos variables aleatorias. La prueba resultante puede ser aplicada para variables tanto cualitativas como cuantitativas; de acuerdo a esta premisa mediremos la relación que existe entre las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas y aspectos de la dinámica de la economía local de la misma, para la gestión eficiente del desarrollo de la economía lo que representa las dos variables en estudio.

Las frecuencias observadas estudian cuatro parámetros Excelente, muy bueno, Bueno, Regular y deficiente calificando cuantitativamente la existencia de parámetros que determinan aspectos de la dinámica de la economía local de 1 a 10, explicado en la Tabla 1, de la misma manera se plantea para la competitividad un desempeño cualitativo de cuatro parámetros siendo excelente el cumplimiento o existencia de 33 parámetros que permiten medirla sin embargo, se presentan una particularidad en esta variable y es que el 100% de negocios consultados están bajo el 50% de características que demostrarían ser competitivos en mercado.

*Tabla 1. Análisis de estrategias administrativas en los negocios de Macas.*

ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS	FRECUENCIA
1. Planeación estratégica	120
2. Estrategias de crecimiento	85
3. Estrategias de diversificación	27
4. Mantenimiento de la posición	112
5. Estrategias de reducción	16
<b>TOTAL</b>	<b>360</b>

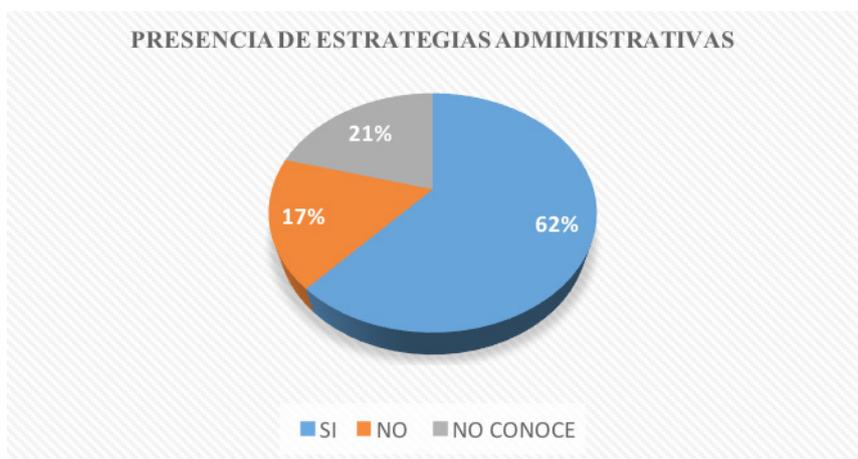


*Fig. 3. Análisis de estrategias administrativas en los negocios de Macas.*

De una población total de 256 negocios analizados se puede observar que en apenas 120 (menor al 50%) aplica o conoce de alguna estrategia administrativa llevando a cabo la gestión de manera empírica o la sola influencia de la observación de su alrededor para desarrollar su microempresa.

*Tabla 2. Presencia de estrategias administrativas en los negocios de la ciudad de Macas.*

PRESENCIA DE ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
SI	158	61,7
NO	45	17,6
NO CONOCE	53	20,7
TOTAL	256	100,0

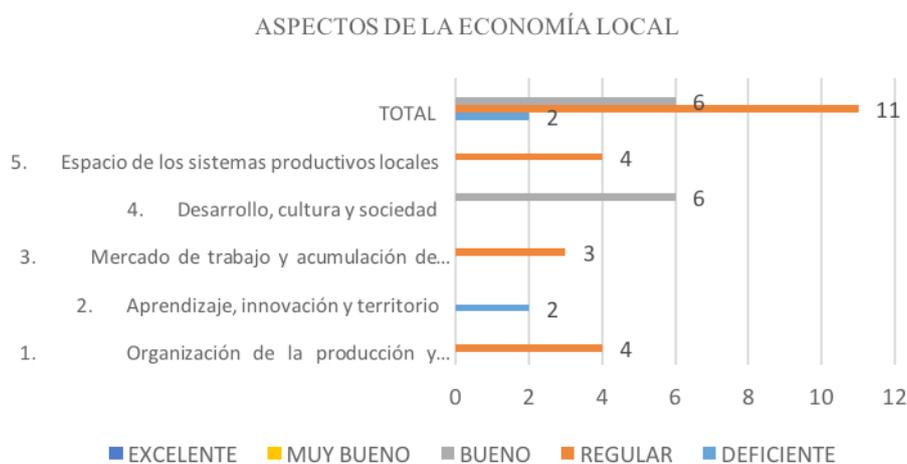


*Fig. 4. Presencia de estrategias administrativas en los negocios de la ciudad de Macas.*

El 62% de la población de estudio cuenta, aplica o conoce alguna estrategia administrativa.

*Tabla 3. Aspectos de la economía local.*

ASPECTOS DE LA ECONOMÍA LOCAL	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Organización de la producción y economías territoriales:		4			
2. Aprendizaje, innovación y territorio	2				
3. Mercado de trabajo y acumulación de capital		3			
4. Desarrollo, cultura y sociedad			6		
5. Espacio de los sistemas productivos locales		4			
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



*Fig. 5. Aspectos de la economía local.*

La economía local se califica en valores por debajo de bueno cualitativamente y en escala del 1 a 10, su valor más alto es 6 (bueno) y el más bajo 2 (deficiente) debido a la inexistencia de varios parámetros que complementan cada componente y permiten su progreso o su existencia aislada de las dinámicas de mercado y congruencia con el sector productivo, el gobierno local no cuenta con información y modelos de gestión que describan el estado del sector microempresarial y peor aún proyecte o delimite su desarrollo basado en la riqueza de recursos de la zona y las necesidades de mercado

Enseguida corresponde analizar la incidencia de las dos variables a través del Chi cuadrado y las tablas de contingencia para comprobación de independencia:

*Tabla 4. Tabla de contingencia para comprobación de independencia.*

ASPECTOS DE LA ECONOMÍA LOCAL	PRESENCIA DE ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS						
	SI	NO	NO CONOCE	TOTAL			
<b>Bueno</b>	43	41,35	12	11,78	12	13,87	67
<b>Regular</b>	28	43,20	23	12,30	19	14,49	70
<b>Deficiente</b>	87	73,45	10	20,92	22	24,64	119
<b>TOTAL</b>	158		45		53		256

Comprobación de hipótesis:

$$X^2_0$$

Las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas SON INDEPENDIENTES de aspectos de la dinámica de la economía local

$$X^2_\alpha$$

Las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas SON DEPENDIENTES de aspectos de la dinámica de la economía local

$$X^2_0$$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{i=1}^k \left( \frac{(O_i - E_i)(O_i - E_i)}{E_i} \right) \\
 &= \sum_{i=1}^k \left( \frac{(185 - 4)(185 - 4)}{4} \right)
 \end{aligned}$$

$$X^2_0 = 24,85$$

Valor crítico de  $\alpha = 0,05$

$$X^2_\alpha = (r - 1)(c - 1)$$

$$X^2_\alpha = 0,78$$

Los resultados obtenidos determinan que Las estrategias administrativas de los negocios en la ciudad de Macas SON DEPENDIENTES de aspectos de la dinámica de la economía local

## MECANISMO DE GESTIÓN EFICIENTE DEL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA LOCAL

“El desarrollo local es un proceso concertado de construcción de capacidades y derechos ciudadanos en ámbitos territoriales y político-administrativos del nivel local (municipios = territorio) que deben constituirse en unidades de planificación, de diseño de estrategias y proyectos de desarrollo con base a los recursos, necesidades e iniciativas locales. Este proceso incorpora las dinámicas del desarrollo sectorial, funcional y territorial, que se emprenden desde el Estado, las organizaciones sociales y la empresa privada en el territorio.” (Rojas, 2005)<sup>7</sup>

<sup>7</sup> DEMUCA, (2009), “Guía de herramientas municipales para la promoción del desarrollo económico local”, San José, C.R. Extraído de [https://www.cepal.org/mdg/noticias/paginas/2/44322/guia\\_herramientas\\_municipales\\_demuca.pdf](https://www.cepal.org/mdg/noticias/paginas/2/44322/guia_herramientas_municipales_demuca.pdf)

Los gobiernos locales han logrado implementar herramientas administrativas y de gestión de sus territorios pero los mecanismos que permitan articular al sector productivo para lograr una dinámica que fortalezca esta labor en conjunto no se la tiene. Basados entonces en los diversos aspectos de desarrollo de las economías locales y estrategias administrativas se plantean las siguientes pausas que permitan integrar al sector productivo con la gestión eficiente de economías locales; empezando por una filosofía clara de hacia dónde vamos desde la epistemología y la teoría económica hasta definir principios congruentes.

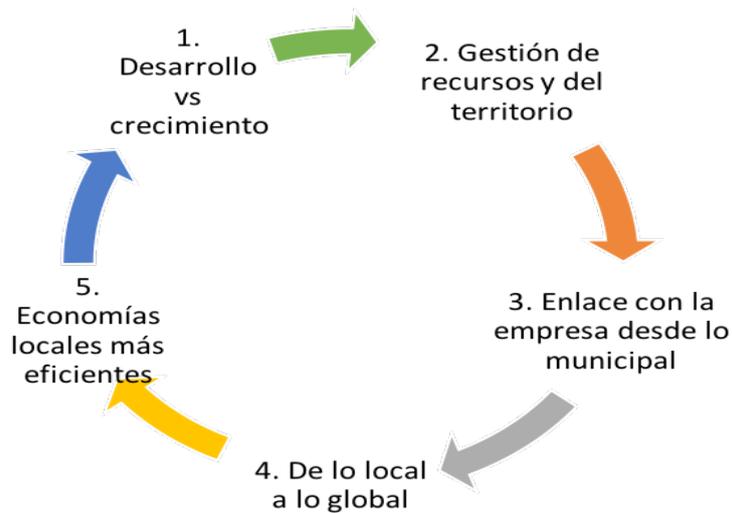


Fig. 6. Mecanismo de gestión eficiente del desarrollo de la economía local.

El mecanismo planteado está conformado por 5 componentes que promuevan acciones en pro del desarrollo económico de la siguiente manera:

**1. Desarrollo vs crecimiento.-** El enfoque y lineamientos estratégicos establecidos deben llevarnos hacia un mismo objetivo, no se puede lograr solo un crecimiento en el número de empresas, o de cifras que ingresan como rentabilidad sino también propiciar un desarrollo sostenible que mejore el bienestar de su población permitiéndole tener un equilibrio social, ambiental con mejores ingresos. Es fácil ver que hay más negocios en una ciudad pero lamentablemente poco sustentables y efímeros en el tiempo debido a la deficiente comprensión de donde estamos y hacia dónde queremos ir. Por tanto el objetivo común para todos debe ser “El desarrollo sustentable”.

**2. Gestión de recursos y del territorio.-** La comprensión, conocimiento e inventariación de todo lo que tenemos permite plantear estrategias o caminos para llegar a la meta propuesta, a nivel local se evidencia una deficiente gestión para levantar información pertinente que sea la base para la comprensión de los mercados y como satisfacemos las necesidades existentes. Entendiéndose como parte y aliados a la empresa privada, emprendimientos y negocios pequeños que dinamizan los sectores productivos. El levantamiento y acceso a esta información permitirá ver al futuro con menos índices de incertidumbre.

**3. Enlace con la empresa desde lo municipal.-** La creación de una empresa por más pequeña que sea contribuye a fortalecer el sector productivo motor de una población, la gestión municipal debe apoyar iniciativas bajo dos premisas: 1. El conocimiento de los componentes

de mercado 2. La proyección que sobre la primera se podrá tener. Incentivos tributarios y exoneraciones corto y mediano plazo con una base técnica hace una gestión eficiente.

**4. De lo local a lo global.-** Se debe comenzar con una gestión eficiente una pequeña empresa, la suma de los éxitos pequeños logra irradiar en grandes realizaciones para todos, al lograr que una economía local sea eficiente en su gestión comenzaremos un efecto contagiante que suma bienestar y progreso una sociedad que debe y requiere ser autor de su propio destino.

**5. Economías locales eficientes.-** Un sistema productivo local que se gestiona de manera eficiente está en constante innovación y desarrollo, registra, analiza y se conoce permanentemente sus componentes de mercado para conocer sus necesidades y como las satisfacemos.

El objetivo del desarrollo local es construir las capacidades institucionales y productivas de un territorio definido, con frecuencia una región o municipalidad, para mejorar su futuro económico y la calidad de vida de sus habitantes. Esta definición nace de un consenso entre diversas instituciones globales tales como el Banco Mundial, Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) y CAF –banco de desarrollo de América Latina.<sup>8</sup>

- Analizar la gestión de las economías locales y su eficiencia a través de estrategias administrativas en la ciudad de Macas.

Los objetivos específicos de la investigación incluyen:

- Determinar los aspectos de análisis de economías locales que permita la comprensión de su dinámica.
- Conocer las estrategias administrativas aplicadas en los negocios de la ciudad de Macas.
- Establecer mecanismos de eficiencia en la aplicación de estrategias administrativas que permita una adecuada gestión de economías locales.

#### **4. Conclusiones**

Dentro de la investigación efectuada en la ciudad de Macas, hemos podido analizar la situación de alrededor de 250 establecimientos catalogados como: tiendas, abastos, abacerías y micro mercados, donde menos del 50% de establecimientos aplica o conoce de alguna estrategia administrativa llevando a cabo la gestión de manera empírica o la sola influencia de la observación de su alrededor para llevar la gestión de su negocio, sin embargo a pesar de que el 62% de la población de estudio conoce o aplica de alguna estrategia administrativa se evidencia una falta de desintegración con la labor pública cuya gestión es calificada entre 2 y 6 esta desarticulación con el sector productivo privado frena de manera significativa el desarrollo local para lo cual se establecen mecanismos que integren eficazmente la gestión para lograr objetivos comunes.

---

<sup>8</sup> CLARK G, HUXLEY J, MOUNTFORD D, (2012), "La economía local: la función de las agencias de desarrollo", Editado por OECD, Serie Políticas Públicas y Transformación Productiva N° 2

Los aspectos de análisis de economías locales que permitieron la comprensión de su dinámica fueron analizadas a partir de: 1. Organización de la producción y economías territoriales, 2. Aprendizaje, innovación y territorio, 3. El mercado de trabajo y acumulación de capital, 4. El desarrollo, cultura y sociedad y 6. El espacio de los sistemas productivos locales determinando que los gobiernos seccionales han logrado incluir en su gestión elementos de Planificación estratégica que direccionar el camino hacia el crecimiento productivo, pero se encuentran desarticulados del sector productivo (público y privado), creando brechas que hacen más difícil converger en estrategias para el desarrollo local.

Se plantea como estrategia que permita promover el desarrollo local un Mecanismo basado en diferenciar en primera instancia la diferencia entre : **desarrollo vs crecimiento** en busca de conciliar un objetivo común, a partir de ello se plantea una **gestión de recursos y del territorio** conjunta con el aporte de todos los sectores sociales para crear un **enlace con la empresa desde lo municipal** que permita el desarrollo **de lo local a lo global**, para **Economías locales eficientes** como una herramienta que logre un gestión para el bienestar de sus habitantes que actualmente presenta deficiencias.

Como punto concordante de este estudio se ha podido valorizar la tenacidad de los microempresarios, pero sobre todo la urgente necesidad de una mejor gestión y planificación de sus negocios, Enel cual también estén inmersos las autoridades del gobierno autónomo con el fin de asegurar que este tipo de economías locales tengan el auge probado de su impacto social. Toda la planificación en su ordenamiento, eficacia y productividad, se podrá ver reflejado en un aumento de empleo local, una mayor dinamización de la economía, pero sobre todo el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, siendo este el papel primordial del estudio al hablar de una de las regiones mas pobres del Ecuador, pero en si la que mayor cantidad de recursos genera al país.

### **Bibliografía**

1. ANTONORSI, M. (1999). Citado por Barreto T. y García M. (2005). Modelo asociativo para el mejoramiento de la competitividad de la pequeña y mediana empresa del sector confección. Recuperado el 20 de Abril de 2010, de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/622/62201007.pdf>
2. Barquero, A. V. (2001). LA POLÍTICA DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL. Desarrollo economico local y Descentralizacon en America Latina, p. 21-45.
3. BLANDEZ, RICALDE, M. (2014), Proceso administrativo, Editorial Digital UNID, ProQuest Ebook Central, extraído de; <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=5307936>.
4. CABRERA A., LÓPEZ, P. y RAMÍREZ, C. (2011). La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio. Documentos de investigación. Administración de Empresas (Núm. 4). Recuperado de [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2016597](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2016597)
5. CASTELLS, M. (1998): «La era de la información». Alianza Editorial. Madrid
6. CLARK G, HUXLEY J, MOUNTFORD D, (2012), “La economía local: la función de las agencias de desarrollo”, Editado por OECD, Serie Políticas Públicas y Transformación Productiva N° 2
7. FLORES, B. y GONZÁLEZ, F. (2009). La competitividad de las pymes morelianas. Cuadernos del cimbage, 11, 85-104

8. Greg Clark, J. H. (2012). La economía local: la función de las agencias de desarrollo. España: CAF.
9. HILL Y JONES ( 1996), “Administración estratégica”. Mc. Graw Hill, Bogota, 1996.
10. INEC, Directorio de empresas y establecimientos 2016 extraído de: [www. Ecuadorencifras.gob.ec](http://www.Ecuadorencifras.gob.ec)
11. KOONTZH, WEIHRICK H, CANNICE M, (2012), “Administración una perspectiva global y empresarial”, Decimocuarta edición, Editorial Mc Graw Hill, México. Extraído de <https://brandingconsultinggroup.files.wordpress.com/2018/04/administracion-una-perspectiva-global-y-empresarial-14-edi-koontz.pdf>
12. LABARCA, N. (2007). Consideraciones teóricas de la competitividad empresarial. Omnia, 13(2), 158-184.
13. MICHAEL H, MESCOM M, KHEDOURI F, (1985) Management: individual and organizational effectiveness. Nueva York, Harper & Row, extraído de [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/admon\\_gest\\_ntics/unidad\\_1/U1\\_Nydamonactual.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/admon_gest_ntics/unidad_1/U1_Nydamonactual.pdf)
14. MULET J. (...), La innovación, concepto e importancia económica, Sexto Congreso de Navarra
15. SUNKEL, O. (1991) Desarrollo desde dentro: un enfoque neoestructuralista para la América Latina. El Trimestre Económico. Fondo de Cultura Económica, México.
16. CGTP, CUT, CATP y CTP, 2002 -2005 (Lima, OIT/ETM para los Países Andinos/ACTRAV).
17. PNUD, 2003 Informe sobre desarrollo humano (Nueva York, PNUD).
18. INEC, Directorio de empresas y establecimientos 2016 extraído de: [www. Ecuadorencifras.gob.ec](http://www.Ecuadorencifras.gob.ec)
19. MANCILLA, A. S. (2012). ANALISIS DE INFORMALIDAD EN EL ECUADOR. QUITO, 4ta. Edición, SRI, extraído de: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/10469/3871/REXTN-F04-02-%20Serrano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. CEIM Confederación Empresarial de Madrid-CEOE (...), “La innovación una clave para las empresas”, Edición: Dirección General de Investigación. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, Editorial Datagrafic, S.L.
21. LLORENS J, ALBURQUERQUE F, CASTILLO J, (2002) “Estudio de casos de desarrollo económico local en América Latina”, Informes de buenas prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible publicado por el Banco interamericano de Desarrollo en Washington D.C, Número de referencia MSM-114
22. JUAREZ G. (2012), “Revisión del concepto de desarrollo local desde una perspectiva territorial”, revista Lider Vol. 23 2013, pp 9 - 28



# INGENIERÍAS & TECNOLOGÍAS

# *Evaluación niveles de iluminación en interiores y cálculo para instalaciones de alumbrado*

*(Evaluation of interior lighting levels and  
calculation for lighting facilities)*

E. Machado <sup>(1)\*</sup>, S. Nuela <sup>(1)</sup>, A. López <sup>(1)</sup>, D. Mosquera <sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0984945708, E-mail: etmachadomahoo.com (E.T. Machado Miranda)

## **RESUMEN**

Siendo la iluminación una forma de energía, es uno de los agentes agresivos de tipo físico que inciden sobre el trabajador, pudiendo causar daños en su salud cuando esté fuera del rango tolerable. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el nivel de iluminación de los trabajadores de la construcción dentro del área petrolera en el Oriente Ecuatoriano, mientras realizan sus actividades en oficinas. Se contempló la evaluación higiénica del riesgo físico de la Norma Oficial Mexicana, en cuanto a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo, luego el valor obtenido se compara con lo establecido en el decreto ejecutivo 2393. Para el cálculo de iluminación general en instalaciones interiores, se utilizó el método denominado Sistema General o del Factor de utilización, que proporciona una iluminancia media. El resultado promedio de la evaluación dio 458,22 luxes, que se encuentra por debajo del nivel mínimo permisible de 500 luxes para trabajos de diseño, revisión y corrección de planos, de modo que es necesaria la intervención mediante un programa de prevención de riesgos físicos por iluminación, para minimizar el riesgo actual y prevenir futuras lesiones oculares o enfermedades profesionales que puedan presentarse al mantener las condiciones actuales de trabajo.

**Palabras clave:** *nom-025, evaluación, iluminación, instalaciones alumbrado.*

## **ABSTRACT**

Being the lighting a form of energy, it is one of the aggressive agents of physical type that affect the worker, being able to cause damages in his health when he is outside the tolerable range. The objective of this research is to evaluate the level of lighting of construction workers within the oil area in the Ecuadorian Oriente, while carrying out their activities in offices. The hygienic evaluation of the physical risk of the Official Mexican Standard was contemplated, in terms of lighting conditions in the work centers, then the value obtained is compared with that established in executive decree 2393. For the calculation of general lighting in facilities interiors, the method called General System or the Utilization Factor was used, which provides an average illuminance. The average result of the evaluation gave 458.22 luxes, which is below the minimum permissible level of 500 luxes for design work, review and correction of plans, so that intervention is necessary through a program of prevention of physical risks by lighting to minimize the current risk and prevent future eye injuries or occupational diseases that may occur when maintaining current work conditions.

**Keywords:** *nom-025, evaluation, lighting, installations lighting.*

## 1. Introducción

En el Ecuador existen empresas que realizan proyectos de construcción, en donde las actividades son peligrosas, es decir que los trabajadores están expuestos a todos los factores de riesgo. En la actualidad todas las empresas manejan oficinas tanto en la parte administrativa como en la técnica, cada trabajador realiza un esfuerzo visual según sus actividades habituales e incluso según su condición física y estado de ánimo, exponiéndose al factor de riesgo físico por iluminación. En el caso de los trabajadores de la construcción dentro del área petrolera realizan trabajos documentales en la oficina, tanto en el día como en la noche, principalmente lo que demanda mayor esfuerzo es el diseño, revisión y corrección de planos para la ejecución de las obras.

Muchas de las veces los empleadores piensan que para mejorar la visibilidad de los trabajadores simplemente se debe colocar luminarias, lo cual resulta contraproducente ya que puede provocar riegos como deslumbramientos, además se pueden crear riesgos adicionales como electrocución, sobrecargas, incendios si no se realiza una conexión correcta y por otro lado incluso si existe demasiadas luminarias sube el costo de la planilla de electricidad. Normalmente se preocupan de los trabajos en campo, que es muy acertado, pero se deja de lado el riesgo existente en las oficinas, lo cual conlleva a que exista un insuficiente control de los efectos nocivos en los trabajadores.

Dentro de las actividades que realiza el hombre a lo largo de su vida, una de las que ocupa la mayor parte de ella, no solo en el tiempo sino también en el espacio, es el trabajo. En este sentido, la actividad laboral, para que pueda desarrollarse de una forma eficaz, precisa que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, lo anterior, porque se considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, tiene como origen primario la luz. Un tratamiento adecuado del ambiente visual permite incidir en los aspectos de: seguridad, confort y productividad; y como respuesta disminuyendo la fatiga, tasa de errores y accidentes de trabajo y elevando la cantidad y calidad del trabajo (1).

Los agentes agresivos de tipo físico son básicamente diferentes formas de energía que inciden sobre el trabajador, pudiendo causar alteraciones en su salud cuando la dosis recibida es superior a la tolerable. Entre las diferentes formas de energía que se incluyen en este grupo está el ruido, las vibraciones, las radiaciones, el calor y la humedad y la Iluminación (2), aquí comprobamos que la iluminación es un agente agresivo físico en forma de energía, por lo tanto su estudio es relevante para verificar que los trabajadores expuestos a éste riesgo en los sitios de trabajo no sufran alteraciones en su salud.

La iluminación industrial es uno de los factores ambientales de carácter micro-climático que tiene como principal finalidad facilitar la visualización de los objetos dentro de su contexto espacial, de modo que, el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad. La iluminación es considerada un riesgo que condiciona la calidad de vida y determina las condiciones de trabajo en que se desarrollan las actividades laborales. El nivel de iluminación es el flujo luminoso por unidad de superficie, la unidad de medida es el lux que se define como la iluminación en el punto (A) sobre una superficie que dista un metro en dirección perpendicular de una fuente puntual de una candela. Un lumen distribuido uniformemente en un metro cuadrado de superficie produce la iluminación de un lux. El ojo humano no ve la iluminación sino el brillo, todos los las superficies de cuerpos visibles tienen brillo la

cual se evidencia según la posición del observador, el brillo puede ser directo cuando depende de la fuente luminosa e indirecto cuando depende del cuerpo iluminado. La luminancia es la característica de la fuente de luz y de la superficie iluminada que produce en el ojo sensación de claridad. La reflexión es la luz que se refleja de los cuerpos, la cual aumenta según va aumentando el ángulo de incidencia, existen valores de reflexión para paredes, techos, pisos, escritorios, lo cual también depende del color que estén pintados. La transmisión es cuando los rayos de luz atraviesan los cuerpos, lo cual depende de la densidad de los mismos. De todos estos factores hablados depende la calidad de la iluminación, un factor importante es el deslumbramiento que es el brillo que causa interferencia al ojo humano, es decir causa fatiga laboral, los cuales debemos conocer para saber cómo disminuir el efecto, puede ser tan molesto una gran área de bajo brillo como una pequeña área de alto brillo, para disminuir el deslumbramiento se recomienda que se retiren objetos cerca del trabajador, elegir colores adecuados para paredes, techos, pisos y ubicar adecuadamente las lámparas. El color es un fenómeno físico que puede ser percibido por el ojo humano, es un factor muy importante al momento de elegirlo para los ambientes de trabajo, el ser humano reacciona a los colores que se encuentran a su alrededor, así que no se debe elegir como estética de una habitación. Si una luz blanca se ilumina una superficie de color verde se refleja éste color, si se ilumina una superficie blanca se refleja todas las longitudes de onda y por último si se ilumina una superficie negra absorbe todas las radiaciones. Una vez que se haya elegido el color se debe tomar en cuenta el tono, la intensidad, la saturación, en luminotecnología se estudia los tonos fríos y calientes, se debe escoger tonos fríos, que son los que inspiran tranquilidad y concentración al trabajador, es decir se debe utilizar estos tonos en áreas de producción y los tonos calientes se debe utilizar en entradas, pasillos, áreas de recreación. Por último se debe elegir colores complementarios para crear un ambiente laboral (1).

La luz visible es una radiación electromagnética de menor frecuencia y puede dar lugar a daños habituales, si bien menos graves, relacionados con la iluminación (3). Los daños que puede causar la iluminación al trabajador dependen del tiempo de exposición, del tipo de luminaria, y de muchos otros factores que se habla más adelante.

El color de nuestro hábitat desempeña un papel esencial a la hora de conseguir una actividad cerebral eficiente y mantener activa la dialéctica entre razón y emoción, entre sentimiento e intelecto. Si estos dos momentos se viven al unísono, se tendrá la experiencia de la armonía = belleza, que tiene carácter terapéutico. Todo lo que vemos está en colores e incluso cuando cerramos los ojos podemos diferenciarlos, por lo tanto se puede abordarlos desde un punto de vista físico, químico, fisiológico, psicológico, los cuales se consideran para el cálculo de iluminación. (4). Al generalizarse la utilización de la fuerza del vapor y otros tipos de mecanismos, este panorama experimentó un cambio muy radical. Los trabajos pasaron a realizarse, cada vez más, en locales interiores, y las jornadas laborales se prolongaron hasta las horas nocturnas, para reducir el período de amortización de las inversiones de capital. Esta nueva situación comportó la necesidad de utilizar alumbrado artificial para suplir la carencia de luz solar (5). Aunque a corto plazo, el ojo humano se adapta fácilmente a unas deficientes condiciones de iluminación, si las mismas persisten durante mucho tiempo pueden provocar la aparición de molestias o daños para la salud del trabajador, (6).

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo (7).

Un estudio ha estimado que el coste total de los accidentes laborales en la Unión Europea se situó en 55 mil millones de euros, el 0,64 % del PIB en el año 2000. Las deficiencias encontradas en esta muestra no son sorprendentes dado que son causadas por una falta de conocimiento y preocupación con respecto a las condiciones de trabajo (8,9).

Se han publicado informes en los se halló agudeza visual baja en el 45,3% de los niños en zona rural y en el 54,7% de los niños de zona urbana, resaltamos que la zona de residencia sí tenía relación con la agudeza visual baja en los niños (10), esto en comparación con lo encontrado en la literatura es compatible, ya que algunos estudios refieren que esto dependerá de la llegada y calidad de la iluminación donde se desarrolle el niño (11), esto denota que en las zonas rurales aún existe un mejor sistema de iluminación natural. Como se evidencian en investigaciones anteriores realizadas ya se han encontrado que la agudeza visual baja se produce por la iluminación deficiente.

Según las conclusiones de la investigación de Paute, el personal administrativo necesita niveles de iluminación más altos para una visión fácil, al estar expuestos a jornadas diarias completas en este ambiente de trabajo son propensas a enfermedades Psicológicas y Fisiológicas en corto y largo plazo (12).

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos (13).

Los elementos fundamentales a considerar en la evaluación y diseño de un sistema de iluminación de un puesto de trabajo en general, para conseguir un cierto confort visual y una buena percepción, son los siguientes: El nivel de iluminación del punto de trabajo y el tipo de tarea a realizar; el contraste entre los objetos a manipular y el entorno; la disposición de las luminarias; la edad del trabajador y sus condiciones personales (14).

Un buen sistema de iluminación no se limita a prever un nivel mínimo de iluminación sobre el plano de trabajo, sino que existen otros factores como la distribución de la iluminación, deslumbramientos, etc., que deben tenerse en cuenta (15).

Normalmente, las instalaciones de iluminación general proporcionan una iluminancia aproximadamente uniforme en todo el plano de trabajo. Son sistemas que suelen estar basados en el método luménico de diseño, donde se calcula una iluminancia media. Como norma general, la eficiencia de un tipo determinado de lámpara será mejor cuanto mayor sea el régimen de potencia, en la tabla 1 tenemos los rendimientos de las lámparas (16).

*Tabla 1. Rendimiento típico de lámparas*

<b>RENDIMIENTOS TÍPICOS DE LAS LÁMPARAS</b>	
<b>Eficiencia de las lámparas</b>	
Lámpara de filamento de 100 W	14 lúmenes/vatio
Tubo fluorescente de 58 W	89 lúmenes/vatio
Lámpara de sodio de alta presión de 400 W	125 lúmenes/vatio
Lámpara de sodio de baja presión de 131 W	198 lúmenes/vatio

*Fuente: OIT*

Las lámparas fluorescentes son de mercurio de baja presión que están disponibles en versiones de “cátodo caliente” y “cátodo frío”. La primera versión es el tubo fluorescente convencional para fábricas y oficinas (16). Con lo que tendríamos ya una referencia. Se adoptarán lámparas fluorescentes, tanto en su versión lineal como compacta, debido a su bajo consumo, larga vida útil y que reproducen perfectamente todas las tonalidades de luz requeridas en cada recinto, para resolver la iluminación interior de una oficina hay que tomar en cuenta algunas consideraciones generales como el estético, confort visual, eficiencia lumínica y energética, los cuales deben proporcionar sensación de tranquilidad. Para el cálculo de luminaria se considera la cantidad y la calidad de luz para el área que se va a iluminar y considerando la actividad que va a realizar, hay que seleccionar luminarias suaves para evitar el deslumbramiento, se recomienda en las áreas de trabajo alumbrado directo. Para obtener un alumbrado adecuado en interiores se puede colocar iluminación localizada, o debemos considerar que se distribuya adecuadamente en toda la superficie uniformemente conocida como iluminación general, y si se necesita mayor iluminación en un puesto de trabajo según la actividad que vaya a realizar se puede colocar una iluminación suplementaria. Como en oficinas no se necesita nivel de alumbrado muy alto se puede aplicar el sistema de alumbrado general en beneficio de todos, cabe mencionar que así se necesite iluminación localizada en un puesto de trabajo específico siempre debe existir el alumbrado general, claro que siempre tomando en cuenta el confort del trabajador. Existe relación directa entre el flujo luminoso y color de luz, tomando en cuenta las tonalidades, así por ejemplo las tonalidades cálidas son amarillentas, las tonalidades frías son las blancas y las tonalidades neutras son las intermedias. Un dato importante que hay que considerar al momento de elegir el tipo de lámpara es encontrar la información de que tiempo se tarda en disminuir la intensidad, si disminuye paulatinamente o de forma súbita. Un dato importante sobre las luminarias es que la forma física es un detalle que debemos verificar para determinar si la luminaria puede proporcionar alumbrado directo, indirecto, semi-directo o semi-indirecto. (17).

El nivel lumínico es una magnitud aditiva. Es decir, en una instalación, si se dobla teóricamente la potencia instalada y, por tanto, se dobla el flujo lumínico saliente de las fuentes de luz, también se dobla el nivel lumínico (5).

Se utiliza la investigación bibliográfica documental basado en la observación y reflexión de diversos documentos, los cuales se indagan e interpretan de acuerdo al tema de estudio y sirven de base para el desarrollo de la investigación. La investigación de campo se basa en analizar el problema en el lugar donde se desarrollan los hechos, lo que da una ventaja de comparar el conocimiento teórico recabado con lo que existe en campo, además se realizan las mediciones de los niveles de iluminación técnicamente. La observación, como técnica, nos permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación tal y como éste se da en la realidad, es una manera de acceder a la información directa e inmediata sobre el proceso que está siendo investigado (18).

Para realizar el proceso de cálculo de iluminación general en instalaciones interiores, se pueden utilizar dos métodos: el primero, es el denominado Sistema General o Método del Factor de utilización, que proporciona una iluminancia media con un error de  $\pm 5\%$ . El segundo método es el de Punto a Punto, y es el utilizado por los programas informáticos. Calcular con el segundo método es fácil, pero para muchos es un proceso engorroso y lento. Se ha optado por aplicar el primer método, ya que nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación, así como resultados bastante precisos (17).

Luego de la recolección de los datos iniciales se procede a medir y registrar los niveles de iluminación. Se realiza la evaluación del riesgo físico por iluminación, de forma práctica ya que se lo hace con ayuda del equipo para realizar las mediciones en campo como es el LUXÓMETRO, y de forma teórica ya que se cuenta con la información suficiente de la sistemática para la evaluación higiénica del riesgo físico de la NOM (Norma Oficial Mexicana), en cuanto a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Los valores obtenidos se comparan con lo establecido en el decreto ejecutivo 2393 (13).

En las empresas se considera el factor de riesgo físico en las oficinas pero no tienen mediciones para poder implementar las medidas preventivas adecuadas. Mediante ésta investigación se obtienen datos estadísticos con los que se determinan si el nivel de iluminación en oficinas es apropiado o no según el tipo de actividad, se obtiene un valor que está por debajo de los límites mínimos permitidos para los trabajadores.

## 2. Materiales y Métodos

Existen varios métodos para determinar el nivel de iluminación e instalación de alumbrado en interiores, en este artículo se aplicó el **método de los lúmenes**. La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos, con el siguiente esquema según la figura 1 (19).

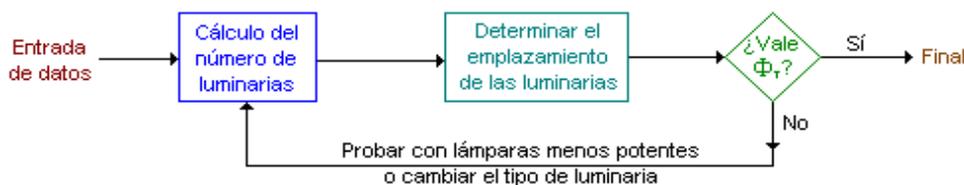


Fig. 1. Esquema de aplicación del emplazamiento de luminarias.  
Fuente: García-Fernández J, Boix-Aragón O.

Para evaluar los niveles de iluminación se utilizó la norma **NOM-025-STPS-2008** sobre las condiciones de iluminación en los centros de trabajo (20), el estudio se realizó en oficinas donde se dan servicios petroleros en el Oriente Ecuatoriano en el año 2012.

Para determinar los niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares se tiene los valores de la tabla 2 del **DECRETO EJECUTIVO 2393** (13).

Tabla 2. Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares

<b>NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES</b>	
<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.

100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1 000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

*Fuente. Decreto Ejecutivo 2393*

Para los niveles de iluminación Según la NOM-025-STPS-2008 necesitamos lo siguiente:

### 2.1. Reconocimiento de las condiciones de iluminación

Se realizó el reconocimiento de las oficinas, identificando los puestos de trabajo y las tareas visuales encomendadas, se determinó que todos los departamentos tienen similares características tanto en dimensiones como en iluminación natural y artificial, en su mayoría realizan actividades documentales siendo la elaboración, revisión, corrección de planos lo que demanda mayor esfuerzo del trabajador. Los techos y paredes son de color claro y el piso de color oscuro. Se dispone de 6 luminarias que tiene 2 lámparas cada una como se observa en la figura 2, la luminaria es ALBATROS PAST 525 4B, de 2 lámparas. Una luminaria adicional en la parte derecha al fondo debido a que se tiene un espacio para cancelas.



*Fig. 2. Disposición actual de las luminarias en oficina*

### 2.2. Ubicación de los puntos de medición

Los puntos de medición fueron determinados con la ayuda del índice de área ( $k$ , IC) y comparando con la columna A de la tabla 3, tomando en cuenta la limitación cuando los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias se debe tomar los valores de la columna B.

Tabla 3. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición.

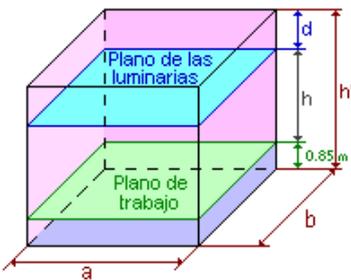
Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 < IC < 2	9	12
2 < IC < 3	16	20
3 < IC	25	30

Fuente: NOM-025

### 2.3. El índice de área (k, IC)

Se calcula con la ayuda de las ecuaciones de la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo del índice del local (k, IC).

	Sistema de iluminación	Índice del local (adimensional)
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)} \quad (1)$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h+0,85) \cdot (a+b)} \quad (2)$ <p>Donde a=ancho[m]; b=largo[m]; h=altura[m];</p>

Fuente: García-Fernández J, Boix-Aragonés O.

### 2.4. Consideraciones según tipo de iluminación (artificial)

En las oficinas se utiliza iluminación artificial, por lo tanto antes de realizar las mediciones, cumplimos con lo siguiente:

- Encendemos las lámparas con anticipación y dejamos que el flujo de luz se estabilice; esperamos un periodo de 20 minutos como mínimo antes de iniciar las lecturas. Pero tomando en cuenta la condición que si las lámparas fluorescentes se encuentran montadas en luminarias cerradas, se debe dejar más tiempo, por lo que vamos a esperar 30 minutos para que el flujo de luz se estabilice.
- No se tiene instalaciones nuevas, por lo que seguimos con lo establecido en el punto anterior, de ser el caso debemos esperar 100 horas de funcionamiento para iniciar.
- Se verifica que los sistemas de ventilación operen normalmente, para que no haya variaciones de las medidas por los cambios de temperatura.

### 2.5. Consideraciones según tipo de iluminación (natural)

En las oficinas influye la iluminación natural, debido a que se tienen ventanas, realizamos al menos 3 mediciones en cada área distribuidas en el turno de trabajo diurno de acuerdo con lo siguiente:

- Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno;
- Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y
- Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.

#### Luxómetro

Usamos un luxómetro que cuenta con:

- Detector para medir iluminación;
- Corrección cosenoidal;
- Corrección de color, detector con una desviación máxima de  $\pm 5\%$  respecto a la respuesta espectral fotópica, y
- Exactitud de  $\pm 5\%$  (considerando la incertidumbre por calibración).

Además.

- Verificamos el luxómetro antes y después de iniciar la evaluación según lo establece el fabricante.
- Verificamos que el luxómetro cuente con el certificado de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Verificamos que el luxómetro no haya sufrido una caída, o si no estuvo expuesto a condiciones extremas de temperatura y humedad.

#### 2.6. Toma de mediciones, protocolo a seguir.

Las mediciones se realizan en el centro geométrico de las zonas a evaluar, sobre los planos de trabajo según los lineamientos anteriores, siguiendo los siguientes pasos.

1. Encendemos el luxómetro
2. Enceramos el luxómetro.
3. Escogemos el tipo de iluminación, fluorescente.
4. Escogemos la unidad en luxes.
5. Manipulamos el rango hasta que aparezcan las mediciones.
6. Colocamos el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomamos precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.
7. Tomamos los datos máximos y mínimos.
8. Sacamos promedios y comparamos con la tabla 2 del Decreto Ejecutivo 2393.

#### 2.7. Determinación de la cantidad y emplazamiento de luminarias

Según el método de los lúmenes necesitamos lo siguiente:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} \quad (3)$$

Donde  $\Phi_T$  = Flujo luminoso total [lm]; E = Iluminancia media deseada [lux] (tabulada Decreto Ejecutivo 2393); S = Superficie del plano de trabajo [m<sup>2</sup>] (mediciones en campo);  $\eta$  = Factor de utilización [adimensional] (índice k y Coeficiente de reflexión);  $f_m$  = Factor de mantenimiento [adimensional].

$$S = a \times b \quad (4)$$

Donde S = Superficie del plano de trabajo [m<sup>2</sup>]; a = ancho del plano de trabajo [m]; b = largo del plano de trabajo [m].

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (5)$$

Donde N = número de luminarias [u];  $\Phi_T$  = Flujo luminoso total [lm]; n = número de lámparas por luminaria [u] (observación en campo);  $\Phi_L$  = Flujo luminoso de una lámpara [lm] (fabricante).

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}}} \times \text{ancho} \quad (6)$$

Donde  $N_{\text{ancho}}$  = Numero de luminarias distribuídas al ancho [u];  $N_{\text{total}} = N$  = número de luminarias [u]; a = ancho [m]; b = largo [m].

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \quad (7)$$

Donde  $N_{\text{largo}}$  = Numero de luminarias distribuídas al largo [u];  $N_{\text{ancho}}$  = Numero de luminarias distribuídas al ancho [u]; a = ancho [m]; b = largo [m].

### 2.8. Coeficiente de reflexión ( $\rho$ )

Estos valores lo podemos encontrar tabulados, según los tipos y características de techo, paredes y suelo, una clasificación general según el color lo tenemos en la tabla 5.

Tabla 5. Coeficiente de reflexión

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0,7
	claro	0,5
	medio	0,3
<b>Paredes</b>	claro	0,5
	medio	0,3
	oscuro	0,1
<b>Suelo</b>	claro	0,3
	oscuro	0,1

Fuente: García-Fernández J, Boix-Aragón O.

### 2.9. Factor de utilización ( $\eta$ , CU)

Este valor lo obtenemos del fabricante de la luminaria según sus características, sino no podemos conseguir de la misma luminaria, podemos tomar los datos de una similar buscando en los fabricantes conocidos como de Philips, Osram, Sylvania, Ornalux, de ésta última se encuentran los datos (21), en la figura 3.

PAST5254B ALBATROS T5 SUPERFICIE 2x54W 2xT5 54W HO

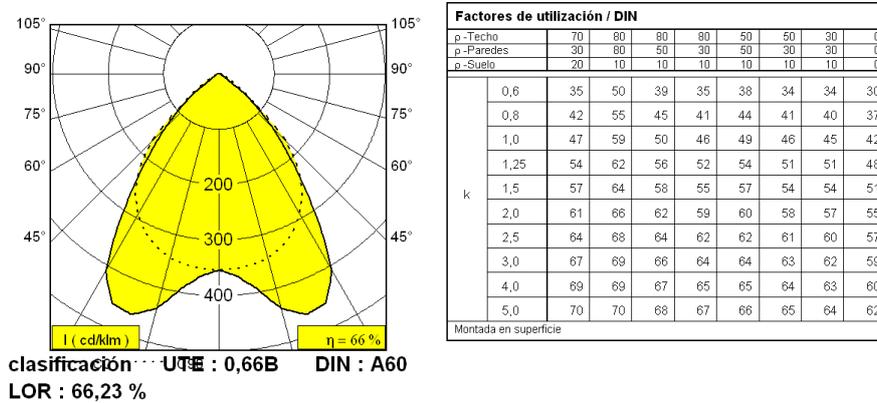


Fig. 3. Factor de utilización.  
Fuente: Ornalux.

### 2.10. Factor de mantenimiento ( $f_m$ )

Este valor depende de varios factores como el grado de suciedad, la calidad y frecuencia del mantenimiento, el tipo de luminaria, en la tabla 6 encontramos una clasificación general.

Tabla 6. Factor de mantenimiento

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: García-Fernández J, Boix-Aragonés O.

### 2.11. El flujo luminoso

El flujo luminoso de la lámpara se obtiene del fabricante. Como se observa en la figura 4.



Fig. 4. Flujo luminoso de lámpara  
Fuente: Ornalux

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Resultados

##### Cálculo del índice K (IC).

Se realizó las mediciones del área de trabajo y se aplicó la fórmula según la tabla 4.

a = 5,00 m (ancho)

b = 7,50 m (largo)

h = 2,00 m (altura entre el plano de las luminárias y el plano de trabajo)

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = 1,5$$

Con **K=1,5** procedemos a dividir las área de trabajo en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A de la tabla 3 se tiene **mínimo 9 de zonas a evaluar**, realizamos la medición en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en nuestro caso los puntos de medición no coincidan con los puntos focales de las luminarias por lo tanto mantene-mos 9 zonas a evaluar y la representamos en la figura 5.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Fig. 5. Distribución de zonas a evaluar.

Medición en la primera hora del turno: 06h00

Tabla 7. Resultados de la medición a la primera hora del turno.

		ZONAS A EVALUAR									PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CON LA LUZ APAGADA Y ABIERTA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	140	155	170	150	157	160	165	173	180	161,11
	MINIMOS (lux)	135	149	162	145	150	157	160	170	174	<b>155,78</b>
CON LA LUZ ENCENDIDA Y ABIERTA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	600	620	650	610	615	680	640	674	710	644,33
	MINIMOS (lux)	585	610	642	603	612	671	633	670	705	<b>636,78</b>
CON LA LUZ ENCENDIDA Y CERRADA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	490	510	505	515	500	501	503	492	520	504,00
	MINIMOS (lux)	490	500	498	509	495	493	499	490	514	<b>498,67</b>

PROMEDIO EN LA MAÑANA DE NIVELES MINIMOS = 430,41 luxes

Medición al medio turno: 12h00

Tabla 8. Resultados de la medición a medio turno.

		ZONAS A EVALUAR									PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CON LA LUZ APAGADA Y ABIERTA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	260	275	290	270	277	280	285	293	300	281,11
	MINIMOS (lux)	255	269	286	262	270	273	280	290	294	<b>275,44</b>
CON LA LUZ ENCENDIDA Y ABIERTA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	650	675	700	660	685	720	675	700	750	690,56
	MINIMOS (lux)	646	660	690	655	677	712	662	698	740	<b>682,22</b>
CON LA LUZ ENCENDIDA Y CERRADA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	505	516	515	530	510	512	522	502	527	515,44
	MINIMOS (lux)	494	502	502	510	501	508	515	490	520	<b>504,67</b>

PROMEDIO AL MEDIO DÍA DE NIVELES MINIMOS = 487,44 luxes  
 Medición en la última hora del turno: 18h00

Tabla 9. Resultados de la medición a la última hora del turno.

		ZONAS A EVALUAR									PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CON LA LUZ APAGADA Y ABIERTA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	180	195	200	190	197	200	205	210	212	198,78
	MINIMOS (lux)	172	189	196	187	188	195	200	208	210	<b>193,89</b>
CON LA LUZ ENCENDIDA Y ABIERTA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	640	665	690	650	675	710	665	690	740	680,56
	MINIMOS (lux)	636	656	680	645	667	702	658	688	733	<b>673,89</b>
CON LA LUZ ENCENDIDA Y CERRADA LAS PERSIANAS	MAXIMOS (lux)	500	515	510	520	505	507	517	497	522	510,33
	MINIMOS (lux)	493	502	501	509	500	500	512	489	518	<b>502,67</b>

PROMEDIO EN LA TARDE DE NIVELES MINIMOS = 456,81 luxes

Con los 3 valores promedios procedemos a calcular el promedio total de los niveles mínimos de las mediciones.

**Promedio total = 458,22 luxes**

Por ultimo comparamos el resultado con los valores de la tabla 2 del Decreto Ejecutivo 2393 y verificamos si estamos o no sobre el nivel mínimo de iluminación.

### Cálculo de instalaciones de alumbrado

#### ➤ Datos de entrada

- Determinamos el **nivel de iluminancia media (E)**, debido a que se realizan planos (dibujos) en las oficinas, tomamos del DECRETO 2393, tabla 2.

E = 500 luxes

- Las dimensiones de la oficina nos sirve para calcular el **área (S)**; Verificamos el gráfico en la tabla 4.

$$a = 5,00 \text{ m (ancho)}$$

$$b = 7,50 \text{ m (longitud)}$$

$$S = a \times b$$

$$S = 37,5 \text{ m}^2$$

- Determinamos el **índice del local (k, IC)**, el valor calculado anteriormente es:

$$k = 1,5$$

- Determinamos los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo según la tabla 5.  
El techo tiene un color claro (crema), nos da un coeficiente de reflexión: 50 %.  
Las paredes tienen color claro (crema), nos da un coeficiente de reflexión: 50 %.  
El suelo tiene un color oscuro (gris), nos da un coeficiente de reflexión: 10%.

- Determinamos el **factor de utilización ( $\eta$ , CU)** a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores los suministran los fabricantes y lo encontramos en la figura 3.

$$\eta = 57 = 0,57$$

- Determinamos el **factor de mantenimiento (fm) o conservación** de la instalación.  
En nuestro caso vamos a tomar de la tabla 6 un valor intermedio ya que se realiza una limpieza periódica a las luminarias pero se tiene suciedad ambiental.

$$fm = 70 \% = 0,70$$

- En la oficina tenemos la luminaria ALBATROS PAST 525 4B, de 2 lámparas. Determinamos el flujo luminoso de la luminaria según la figura 4 del fabricante:

$$\phi_L = 8\ 900 \text{ lm}$$

Según el número de lámparas de la luminaria

$$n = 2 \text{ lámparas}$$

$$\phi_L = 4\ 450 \text{ lm cada lámpara}$$

### ➤ Cálculos

Calculamos el flujo luminoso total necesario. Para ello aplicamos la fórmula:

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot fm}$$

$$E = 500 \text{ luxes}$$

$$S = 37,5 \text{ m}^2$$

$$\eta = 0,57$$

$$fm = 0,70$$

$$\phi_T = 46\ 992,48 \text{ lm}$$

Calculamos del número de luminarias.

$$N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L}$$

$$\phi_T = 46\,992,48 \text{ lm}$$

$$n = 2 \text{ lámparas}$$

$$\phi_L = 4\,450 \text{ lm}$$

$$N = 5,28$$

Aproximadamente necesitamos

$$N = 6 \text{ luminarias.}$$

### ➤ Emplazamiento de las luminarias

Una vez que hemos calculado el número mínimo luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En nuestro caso que la planta es rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas y como se observa en la figura 6:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{Total}} = N = 6$$

$$a = 5,00 \text{ m (ancho)}$$

$$b = 7,50 \text{ m (largo)}$$

$$N_{\text{ancho}} = 2$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \frac{\text{largo}}{\text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = 3$$

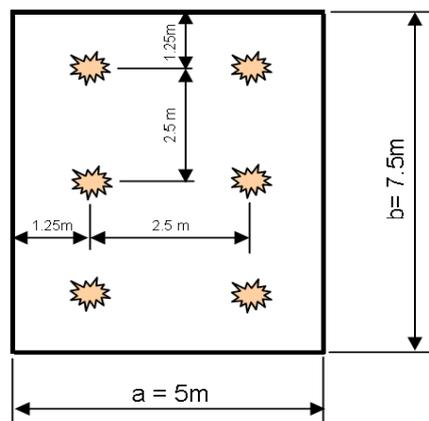


Fig. 6. Plano de distribución de luminarias

### 3.2. *Discusión*

Siendo el promedio del nivel de iluminación obtenido de 458,22 luxes trabajando en las oficinas, y el mínimo según el decreto ejecutivo 2393 es 500 luxes, el puesto de trabajo se encuentra por debajo de lo establecido, aunque exista poca diferencia, no se está cumpliendo con la normativa y la vista del trabajador se afecta a largo plazo, Según el departamento médico las consecuencias de realizar las actividades con este valor de iluminación por debajo de la norma serían principalmente trastornos oculares como dolor e inflamación en los párpados, enrojecimiento, irritación, lagrimeo, fatiga visual; lo que provocaría dolor de cabeza, cansancio, falta de concentración y disminución de productividad. Para alcanzar los 500 luxes según establece la norma, se puede probar variando diferentes factores como dimensiones del centro de trabajo; color de techo, piso, paredes; tipos de luminaria, cuyos cálculos es recomendable realizarlo para cada puesto de trabajo en los planos de diseño antes de la construcción, sin embargo en nuestro caso según los resultados obtenidos y sabiendo que ya existen las instalaciones tenemos dos opciones a tomar, primero debemos realizar un mantenimiento completo de todas las luminarias y nuevamente realizar las mediciones, ya que según los cálculos coincidan el tipo y número de luminarias, pero si no llegamos al nivel de iluminación mínima debemos tomar la segunda opción de cambiar las luminarias usadas por unas nuevas y llegaremos al nivel de iluminación recomendable, ya que los cálculos que se realizaron son considerados con luminarias nuevas.

En el trabajo investigativo de Chimborazo determinó que el 45% cumple con el nivel óptimo de iluminación y el 70 % con la Uniformidad de intensidad luminosa, es decir existe un cumplimiento parcial (22).

Lo que concuerda con Escobar quién concluye del análisis de iluminación se puede mencionar que las áreas administrativas como Facturación y RRHH tienen un problema con una baja proporcionalidad de luminarias (23).

Lo que menciona Espín en sus conclusiones de la investigación realizada en la empresa metalmecánica Maquinarias “Espín” existen diferentes tipos de riesgos, de los cuales son los físicos con nivel de riesgo intolerables, identificándose factores como deficiente iluminación en el área administrativa (24).

Además Medina determina mediante el análisis realizado a cada una de las áreas que conforman los edificios de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., que 65 áreas del edificio institucional y 44 áreas del edificio expansión, presentan una deficiente dosis de iluminación, es decir, no cumplen con los niveles mínimos de iluminación recomendados en la NORMA UNE-EN 12464-1 (25). En cuanto al cálculo de luminarias, nos da seis y coincide con las que están dispuestas pero no alcanza para solventar el nivel mínimo de iluminación, en la investigación de Medina se llega a concluir mediante la visualización de las CURVAS ISOLUX que existe un inadecuado sistema de distribución de iluminación, originando así una defectuosa uniformidad dentro de las áreas que forman parte de los edificios, afectando directamente a las condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades, puesto que esto no beneficia a tener un confort visual apropiado (25).

## Conclusiones

Luego de realizada las mediciones y obtenidos los promedios de los niveles mínimos de iluminación en las oficinas, tenemos 458,22 luxes, lo cual se encuentra bajo el nivel requerido según el DECRETO 2393 de 500 luxes, por lo que la salud de los trabajadores resulta afectada. El nivel bajo de iluminación se da debido a que las ventanas son muy pequeñas que no permiten el ingreso suficiente de la luz natural, y por la mañana y la noche se debe mantener las luces encendidas para tener un confort visual.

Las seis luminarias actualmente se encuentran dispuestas correctamente según el respaldo del cálculo realizado, sin embargo no se tiene definido el tipo de luminaria que se utiliza en todas las áreas, lo que conlleva a que no se llegue al mínimo requerido.

El desarrollo de un programa de prevención de riesgos físicos por iluminación, incluido la selección y el mantenimiento de luminarias permitirá minimizar los daños en la salud de los trabajadores. Se debe dar mantenimiento y sustituir las luminarias planificadamente, teniendo en cuenta su duración y rendimiento, si se desea mantener el nivel de iluminación original. Hay que saber que la cantidad de luz emitida disminuye conforme aumenta la edad del equipo debido al desgaste y a la suciedad.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Henao F. Riesgos físicos II: iluminación. 2a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones; 2014.
2. Quintanilla-Piña R. Prevención de riesgos laborales en construcción (UF0531). Málaga: IC Editorial; 2011.
3. Gómez B. Manual de prevención de riesgos laborales. [Internet]. Barcelona: Marge Books; 2016. [citado 5 febrero 2018]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=5045321>.
4. Thornquist J. Color y luz: teoría y práctica. [Internet]. Barcelona: Editorial Gustavo Gili; 2005. [citado 5 febrero 2018]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3209643>.
5. García-Gil M, San Martín-Páramo R, Solano-Lamphar H. Contaminación lumínica. Una visión desde el foco contaminante: el alumbrado artificial. [Internet]. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya; 2012. [citado 5 febrero 2018]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3229691>.
6. Editorial Publicaciones Vértice, editor. Prevención de riesgos laborales. [Internet]. Málaga: Editorial Publicaciones Vértice; 2011. [citado 5 febrero 2018]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3199946>.
7. González-Biedma E. Prevención de riesgos laborales. (12a. ed.). Madrid: Difusora Larousse - Editorial Tecnos; 2015.

8. Guixà-Mora J, Soriano-Llobera J, Otero-Sierra C. Prevención de riesgos laborales. [Internet]. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya; 2013. [citado 5 febrero 2018]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3229644>.
9. Oviedo-Trespalacios O, Martínez-Buelvas LP, Hernández-Kligman JD, Escobar-Osorio JA. Evaluación de las condiciones de trabajo en empresas manufactureras de la región caribe colombiana. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia [Internet]. 2016 [citado 16 febrero 2018]; 81: 73-80. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/23208>
10. Vilela-Estrada MA, Araujo Chumacero MM, Solano Zapata FE, Dávila-Adrianzén A, Mejia CR. Agudeza visual baja según residir en una ciudad rural del norte del Perú: estudio de casos y controles. Rev. Mex. Oftalmol. [Internet]. 2017 [citado 05 febrero 2018]; 91(4): 183-187. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mexoft.2016.05.004>.
11. Paho. Iluminación. [Internet]. 2010. [citado 20 Feb 2018]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/000647/0647-12.pdf>
12. Paute Ayavaca FE, Carrillo Chiqui DF. Evaluación técnica de los niveles de iluminación en las áreas administrativas y aulas de postgrado de la Universidad de Cuenca. Tesis [Internet]. 2014 [citado 6 de febrero 2018]. Recuperado a partir de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20890>
13. Instituto ecuatoriano de seguridad social. Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Registro oficial 565. Ecuador: Iess; 1986.
14. Rubio-Romero JC. Métodos de evaluación de riesgos laborales. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2004.
15. Bovea-Edo MD. Manual de seguridad e higiene industrial para la formación en ingeniería. [Internet]. Castellón de la Plana: Universidad Jaime I. Servicio de Comunicación y Publicaciones; 2011. [citado 5 febrero 2018]. Disponible en <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3217226>.
16. Capítulo 46 Iluminación. En: enciclopedia de la OIT. [Internet]. Madrid: D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo); 2012. [citado 31 enero 2018]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/detail.action?docID=3204478>.
17. López G. Análisis del sistema de iluminación. Córdoba: El Cid Editor l apuntes; 2009.
18. Ramos E. Métodos y Técnicas de Investigación. México: Minatitlán. 2008.
19. García-Fernández J, Boix-Aragonés O. Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores. [Internet]. Barcelona: Editorial Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politècnica de Catalunya; 1999. [Actualizado octubre 2004; citado diciembre 2017]. Disponible en: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
20. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. México: s.n.; 2008.
21. Onalux. Lumenlux: Programa para calculo luminotecnico Software Gratis de Iluminación [programa informático en internet]. Versión. México: Ornalux; 2012. Disponible en: <https://ilamparas.com/ornalux/>.
22. Chimborazo-Chimborazo JL. Identificación de riesgos del nivel de iluminación de aulas, talleres y laboratorios de la facultad de mecánica – Epoch bajo normas vigentes. Tesis [Internet]. 2015 [citado 6 de febrero 2018]. Recuperado a partir de: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/4180>
23. Escobar-Vinueza CF. Evaluación de los niveles de ruido, iluminación, temperatura y su efecto en las enfermedades profesionales en la empresa Codelitesa S.A. Tesis [Internet]. 2014 [citado 6 de febrero 2018]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7639>

24. Espín-Guerrero VR. Los riesgos físicos y su incidencia en las condiciones de seguridad y salud ocupacional de los trabajadores en la empresa metalmecánica maquinarias Espín. Tesis [Internet]. 2014 [citado 6 de febrero 2018]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8095>.
25. Medina-Freire MA. La iluminación y su incidencia en los accidentes de trabajo dentro de los edificios institucionales de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. de la ciudad de Ambato. Tesis [Internet]. 2013 [citado 6 de febrero 2018]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3296>

# *Análisis de varianza de dos factores para la evaluación de la calidad de un sistema de mediciones*

*(Two-way analysis of variance for evaluation of quality in a measurement system)*

C. Viteri <sup>(1)</sup>, J. Mencías <sup>(2)\*</sup>, E. Guachamín <sup>(2)</sup>, K. Espinosa <sup>(2)</sup>

(1) Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de las Américas, 170125 Quito - Ecuador

(2) Facultad de Ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador, 170521 Quito - Ecuador

\*Correspondencia: Tel.: +593 995531170, e-mail: jfmencias@uce.edu.ec, (J. F. Mencías Bustamante)

## **RESUMEN**

La acertada información sobre las variables que caracterizan a un proceso permitirá un eficaz control de calidad y a su vez, direccionar acciones correctivas en el proceso. Sin embargo, existen parámetros que pueden contribuir al error de un sistema de medición. El presente estudio se enfocó en el análisis de la precisión y en la evaluación de sus componentes: repetibilidad y reproducibilidad. Con el fin de determinar la influencia que ejercen estos factores en la variabilidad total del sistema. Como variable de estudio, se cuantificó el punto de inflamación del diésel premium. Se estableció el diseño experimental homogéneo de dos factores: A (analista) y B (muestras). Los niveles de los factores A y B fueron  $o = 5$  y  $p = 3$ , respectivamente. El procesamiento estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (ANVAR) de dos factores para un nivel de significancia estadística del 5 %. Se obtuvo que para el factor B y su interacción (AxB) los valores de probabilidad fueron mayores a 0.05, lo cual indica que estos factores son estadísticamente iguales a cero y, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis nulas planteadas. Por otro lado, el factor A tiene un valor de probabilidad menor a 0.05, es por esta razón que se concluye que este factor no es estadísticamente igual a cero y por ello se rechaza la hipótesis nula. Se concluyó que los analistas y, por tanto, la reproducibilidad, es el factor que afecta de manera significativa en la variabilidad del experimento.

**Palabras clave:** *anova dos factores, variabilidad de sistema de medición, precisión, repetibilidad y reproducibilidad, calidad de medición, control de calidad.*

## **ABSTRACT**

The accurate information on the variables that characterize a process will allow an effective quality control and in turn, direct corrective actions in the process. However, there are parameters which can contribute to the error of a measurement system. This study focused on the analysis of precision and the evaluation of its components: repeatability and reproducibility, with the purpose to determine the influence that these factors exert on the total variability of the system. The flash point of the premium diesel was quantified, and it was a study variable. The experimental homogeneous design of two-factor was: A (analyst) and B (samples). The levels of factors A and B were  $o = 5$  and  $p = 3$ , respectively. Statistical processing was carried out by two-way Analysis of Variance (ANOVA) for a statistical significance level of 5 %. For factor B and its interaction (AxB) the probability values were bigger than 0.05, which indicates that these factors are statistically equal to zero, and accordingly the null hypotheses were accepted. On the other hand, factor A has a probability value less than 0.05, so that it could conclude that this factor is not statistically equal to zero and therefore the null

hypothesis is rejected. To conclude, that analysts and consequently reproducibility, is the factor that significantly affects the variability of the experiment.

**Keywords:** *two-way anova, variability of measurement system, precision, repeatability and reproductibility, quality of measurement/ quality control.*

## 1. Introducción

La serie de Normas ISO 9000, generadas por la International Organization for Standardization por sus siglas en inglés, son un conjunto de articulados que especifican los elementos que deben integrar el Sistema de Gestión de la Calidad de una organización (1). A demás, relatan criterios sobre la calidad y la gestión de calidad que pueden ser aplicadas a cualquier tipo de organización o cualquier actividad enfocada a la producción de un bien o servicio (2). La Norma ISO 9000:2015 establece que la calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y no previsto sobre las partes interesadas pertinentes (3). Es por ello que la calidad tanto de productos como de servicios abarca su función, desempeño, valor percibido y el beneficio para el cliente. La gran implicación del control de calidad surge de los fundamentos establecidos por el japonés Ishikawa que tuvo su primer encuentro con el control de calidad luego de que Japón quedo derrotado por la Segunda Guerra Mundial pues su visión en ese momento fue que la economía japonesa quede firmemente establecida mediante la aplicación del control de calidad y el control total de calidad y mediante la capacidad japonesa para exportar productos buenos y de bajo costo a todo el mundo, así la economía japonesa se colocaría sobre una base más firme. Este autor define al proceso de control de calidad como un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos y suele llamarse con control de calidad estadístico (4). Al realizar el control de calidad es posible diseñar, desarrollar, manufacturar y mantener cierto producto con un nivel de calidad que lo haga el más económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor. En otra de sus importantes obras, Ishikawa maneja que para la eficaz puesta en marcha del control estadístico de calidad se requiere de la participación y la cooperación de todos los empleados de una empresa (5), desde la alta gerencia pasando por los directivos y supervisores, hasta los trabajadores de base de todas las etapas de las actividades de la empresa, desde la investigación de mercado, investigación y desarrollo, planificación de productos de diseño, preparación de la producción, compras, producción, inspección, ventas y servicio postventa.

Una de las aplicaciones a la cual se enfoca el estudio realizado es su implementación en el proceso de validación de métodos de ensayo que se desarrollan en laboratorios de análisis cuyo equipamiento de instrumentación analítica permita la ejecución de dichos métodos. La Guía Eurachem: La adecuación al uso de los métodos analíticos – Una Guía de laboratorio para la validación de métodos y temas relacionados establece que la validación de un método es el proceso para definir un requisito analítico, y la confirmación de que cuenta con capacidades consistentes con las aplicaciones requeridas. Un método debe ser validado cuando es necesario demostrar que sus características de desempeño son adecuadas para el uso previsto (6).

En la Norma ISO/IEC 17025 (2005) se indica que el laboratorio debe validar: Métodos no Normalizados, Métodos diseñados/desarrollados por el laboratorio, Métodos Normalizados usados fuera de su ámbito de aplicación y Ampliaciones o modificaciones de métodos Normalizados.

El alcance de la validación dependerá de la aplicación, la naturaleza de los cambios realizados y de las circunstancias en que el método se va a utilizar (7). De igual manera, puntualiza los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración, y menciona que el aseguramiento de la calidad en laboratorios se evidencia tanto en su operatividad como en la generación de beneficios que se derivan de su aplicabilidad.

Permitiendo la realización de análisis de control de calidad del producto de acuerdo con los parámetros establecidos en las Normas técnicas nacionales (INEN) e internacionales (ASTM, ISO, API). El mejoramiento de la producción, la optimización de recursos y el control de desperdicios son aspectos importantes del control de calidad en las industrias de manufactura y éstas a su vez se hallan íntimamente relacionados con el concepto de calidad.

Todo proceso en la industria, del cual se obtiene un bien o servicio, demanda un continuo control de calidad, mismo que es viable mediante la implementación de técnicas y herramientas que permitan su evaluación. Es de vital importancia que cada propiedad que caracteriza a dichos procesos sea sometida a una medición con el fin de comparar dicho valor con parámetros de medida ya establecidos en normas vigentes. Los valores experimentales resultantes de cualquier estudio pueden ser sometidos a un procesamiento estadístico como el análisis de varianza, mediante el cual es posible obtener parámetros tales como: los valores de la suma de cuadrados, los grados de libertad y los cuadrados medios de los datos obtenidos. En otras palabras, al ser procesados permitirán tener un panorama real sobre la situación de cada proceso. De esta manera, se obtendrá información acertada sobre el proceso productivo y esto permitirá direccionar las acciones correctivas en el proceso. La confiabilidad de una prueba indica el grado en que las diferencias individuales en las mediciones son aplicables al error aleatorio de medición, y en la magnitud en que son atribuibles a diferencias reales en la variable que se está midiendo. Cualquier condición que sea irrelevante al propósito de la prueba representa un error de varianza. Cuando el analista intenta mantener condiciones uniformes durante la toma de la medición, está tratando de reducir el error de la varianza y hacer que los resultados de la prueba sean más confiables. Lo planteado anteriormente, es prácticamente imposible ya que ninguna prueba, aunque se desarrolle bajo óptimas condiciones, es totalmente confiable, por lo cual, cada una de ellas debe establecer su confiabilidad. La medida de la confiabilidad es característica de cada prueba, depende si la misma es aplicada tanto en condiciones estándar como en analista similares a aquellos con los que se estableció la muestra estándar. Es por esto, que se deben especificar las características de la muestra patrón junto con el tipo de confiabilidad. (8). Existen diferentes tipos de confiabilidad: estabilidad temporal o coeficiente de estabilidad, consistencia interna pura, división por mitades o coeficiente de consistencia interna, formas paralelas o coeficiente de estabilidad y equivalencia (9).

Como se mencionó anteriormente, para mantener un eficiente control en cada fase de la cadena productiva, es de vital importancia la obtención de mediciones. Dichos valores observados conllevan un error que a su vez se deriva en una variación total observada que se define como el resultado de la variación propia del producto más el error del proceso de medición:  $\sigma_{total}^2 = \sigma_{prod}^2 + \sigma_{error}^2$  (10).

En cuanto al error de medida, este se presenta dentro del objetivo de la medición como un enfoque de la estimación del valor verdadero que debe ser tan próxima como sea posible al valor verdadero único. La desviación respecto al valor verdadero está constituida por errores

sistemáticos y aleatorios, admitiéndose que siempre es posible distinguir entre sí estos dos tipos de errores, y de deben tratarse de manera diferente. No existe una regla que indique como combinarlos en un error total que caracterice el resultado de medida dado, obteniéndose únicamente un valor estimado (11).

La variabilidad de cualquier proceso de medición se extiende al análisis de la precisión y la exactitud como dos manifestaciones del error de medida. El parámetro de interés a ser analizado es la precisión ya que mediante la evaluación de sus componentes: repetibilidad, precisión intermedia y reproducibilidad permite identificar el grado de variación de los valores resultantes del sistema de medición. Abordando la precisión como la habilidad de un proceso de medición para repetir y reproducir su propia medida (12) se establece que la repetibilidad consiste en realizar el mismo ensayo varias veces empleando el mismo equipo por un cierto periodo de tiempo, en cambio, la reproducibilidad se caracteriza por el hecho de realizar el ensayo en días diferentes con distintos analistas, pero manteniendo el mismo equipo y el procedimiento.

Las mediciones de cualquier propiedad están relacionadas con la varianza que se define como la variación sistemática entre dos o más variables que resulta del método empleado para recolectar los datos (13). Este fenómeno implica interés de análisis debido a que en cierto nivel aumenta o disminuye las relaciones entre las variables de interés que caracterizan un proceso (14). Existen varios trabajos que manejan de distinta manera el concepto de varianza, así se ha logrado poner en tela de juicio la supuesta severidad de la varianza del método común en procesos que miden varias variables en forma simultánea (15). Al abordar los términos de precisión y exactitud de un método es necesario determinar la incertidumbre de medida o el parámetro asociado al resultado de una medida, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al mensurando (16).

Estadísticamente, el análisis de varianza (ANOVA) es una prueba estadística utilizada para determinar si más de dos medias de población son iguales. La prueba utiliza la función F-distribución (distribución de probabilidad) e información sobre las varianzas de cada población (dentro) y la agrupación de poblaciones (entre) (17). De esta manera es posible decidir si la variabilidad *entre* y *dentro* de cada población es significativamente diferente.

El concepto general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento por lo cual, el diseño experimental que se establece busca identificar si diferentes factores que caracterizan a un proceso mantienen relación entre sí. El análisis de varianza (ANOVA) es un tipo de modelo lineal general adecuado para diseños factoriales, en el cual uno está interesado en los efectos principales e interacciones entre uno o más factores. De igual manera, el análisis ANOVA asume una covarianza de error esférico, y las infracciones, como la correlación inducida por medidas repetidas de los mismos sujetos, o la varianza no homogénea entre las condiciones, requieren correcciones a los grados de libertad, la partición del error en términos de error separados o un modelado explícito de la covarianza del error. (18)

Al investigar varias referencias de Estadística, se han encontrado varias técnicas que permiten la cuantificación de la incertidumbre de problemas de alta dimensión. Man J, Zhang J, Laosheng W, Zeng L (2018) mejoran el estudio estadístico de la herramienta ANVAR con la recolección probabilística de fidelidad múltiple (AMF-PCM) y concluyen que la precisión de

medida está garantizada por el marco de fidelidad múltiple (19).

El presente trabajo aborda la influencia de estos parámetros de medida ya que intervienen en la calidad de las mediciones y en el error que conlleva cualquier proceso de medición. Se plantea el análisis de varianza de dos factores como procesamiento estadístico. En cual, la muestra corresponde a un derivado petrolífero (factor 1) que será analizada bajo el procedimiento técnico estandarizado y los valores obtenidos serán comparados con lo establecido en la norma donde rigen las especificaciones del producto en cuestión. El segundo factor del análisis consiste en la influencia del analista al realizar el ensayo y en la toma de los valores resultantes del mismo. Una de las principales características del análisis de varianza de dos factores es la presencia de la interacción entre los factores a comparar, en este caso, la muestra y el analista, cuya interacción produce la obtención de un tercer valor de varianza que a su vez proporciona un mejor enfoque sobre la eficiencia del proceso ya que es factible el análisis de la influencia de los analista, de la muestras y de la conexión entre ellos mediante la desviación que se genera en dichos valores respecto al valor verdadero. La finalidad de este estudio radica en determinar cuál de los componentes de la precisión (repetibilidad, reproducibilidad) generan mayor influencia en el desarrollo de un sistema de medición de las propiedades que caracterizan a un proceso dentro de las instalaciones de una organización y así asegurar que el bien o servicio entregado al consumidor final cumpla con el control de calidad establecido por el sistema de gestión de calidad.

## **2. Materiales y Métodos**

La calidad de un sistema de medición será evaluada a través de la variabilidad total y la variabilidad aportada por los factores que afectan al sistema, así lo establece Gutiérrez H, De la Vara R, 2009 (10), por tanto, la calidad del sistema será mejor en tanto se minimicen dichas fuentes de variación. Las decisiones derivadas de un sistema de medición pueden influir de manera considerable en cada proceso que conforma una organización. Si un sistema de medición no es apropiado, las decisiones que de él se deriven serán erróneas y le afectarán negativamente; por otro lado, si el concepto de calidad del sistema de medición se mantiene como prioridad, la toma de decisiones será acertada. Por tanto, mantener la calidad de un sistema de mediciones ayudará a minimizar el desperdicio de recursos, permitirá realizar de mejor manera la toma de decisiones y a su vez proporcionará los puntos clave a los cuales enfocar nuestras acciones tanto correctivas como preventivas con el fin de optimizar y mejorar el proceso sometido a análisis.

Se considera a las mediciones como resultados de un proceso que, en conjunto con otras fases de producción, se obtiene un bien o servicio, y la calidad de estas se ve influenciada por varios factores tales como: materiales, mano de obra, máquinas, medio ambiente, métodos y mediciones (10). Dentro de este contexto, las mediciones son el resultado de aplicar un procedimiento normalizado o estándar a un mensurando, utilizando recursos propios del lugar en donde se lleva a cabo la medición.

Para el desarrollo del presente estudio, los datos obtenidos corresponden a la propiedad de punto de inflamación del diésel Premium, los cuales fueron medidos en el laboratorio de Tecnología del Petróleo de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador. Tanto el procedimiento técnico como la metodología de medición para dicha propiedad se establecen en la norma vigente (20, 21). Cabe recalcar que los valores a ser obtenidos deben estar dentro de las especificaciones que rigen los parámetros del derivado petrolífero en las unidades ya establecidas (22).

La variación total observada es debida principalmente a la variación dentro de las muestras y el error de medición. Para evaluar la variabilidad de cualquier proceso de medición es necesario recurrir a la evaluación de la precisión cuyos componentes son: repetibilidad y reproducibilidad.

Con el fin de obtener medidas en condiciones de repetibilidad y reproducibilidad se empleó el diseño experimental siguiente. Se consideran dos factores: factor A (operadores / analistas) y factor B (muestras de diésel). Los niveles de los factores A y B son  $o = 5$  y  $p = 3$ , respectivamente. El diseño experimental es homogéneo y tiene  $t = 5$  réplicas. La tabla siguiente, muestra los datos obtenidos en la medición de la propiedad:

*Tabla 1. Datos experimentales para punto de inflamación*

	Analista 1	Analista 2	Analista 3	Analista 4	Analista 5
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Muestra 1	62	63	62	61	62
	62	63	62	63	62
	62	63	63	62	61
	62	64	63	62	61
	62	63	64	63	61
Muestra 2	61	62	64	62	61
	62	63	64	62	60
	63	64	62	61	62
	62	63	63	62	61
	63	63	62	61	62
Muestra 3	62	62	63	63	61
	62	64	63	62	61
	62	62	62	63	61
	62	64	62	61	61
	63	63	62	62	61

El modelo estadístico para evaluar la variación total del experimento es:

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_{muestra}^2 + \sigma_{analista}^2 + \sigma_{analista \times muestra}^2 + \sigma_{instrumento}^2 \quad (1)$$

En donde:

$$\sigma_{repetibilidad}^2 = \sigma_{instrumento}^2 \quad (2)$$

$$\sigma_{reproducibilidad}^2 = \sigma_{analista}^2 + \sigma_{analista \times muestra}^2 \quad (3)$$

$$\sigma_{r\&R}^2 = \sigma_{repetibilidad}^2 + \sigma_{reproducibilidad}^2 \quad (4)$$

Además, se tiene que la contribución de la variación de los factores considerados en la variación total del experimento se calcula a partir de las siguientes ecuaciones (10):

$$\sigma_{instr}^2 = CM_{error} \quad (5)$$

$$\sigma_{muestra}^2 = \frac{CM_{muestra} - CM_{analista \times muestra}}{t \cdot n} \quad (6)$$

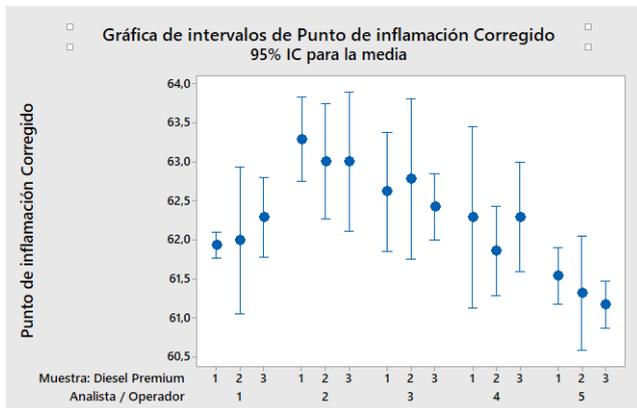
$$\sigma_{analista}^2 = \frac{CM_{analista} - CM_{analista \times muestra}}{t \cdot p} \quad (7)$$

$$\sigma_{analista \times muestra}^2 = \frac{CM_{analista \times muestra} - CM_{error}}{t} \quad (8)$$

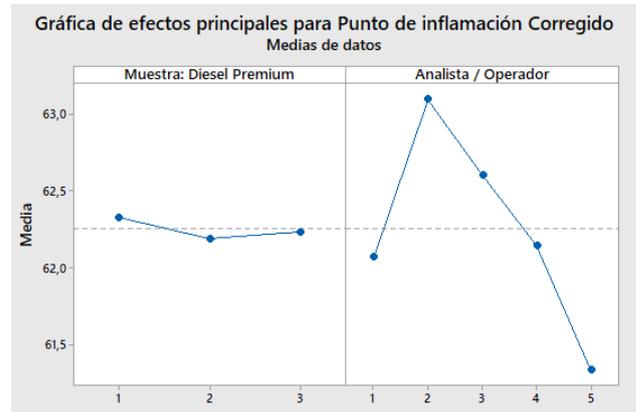
La letra griega *sigma* simboliza la varianza y sus unidades son temperatura al cuadrado,  $\sigma^2 = \text{varianza } [^{\circ}\text{C}^2]$ . Las iniciales CM significan los cuadrados medios del análisis de varianza.

### 3. Resultados y Discusión

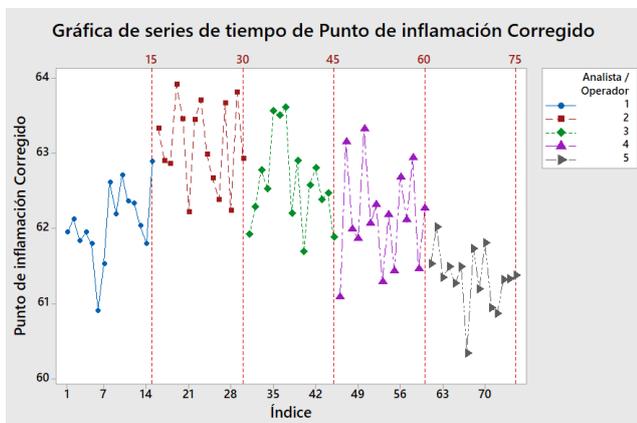
Una forma sencilla y útil de verificar cualitativamente la calidad de un sistema de mediciones se lo realiza a través de gráficos y diagramas, que, a pesar de ser una herramienta con baja resolución, nos permite apreciar de forma fácil y sencilla, los factores que afectan a nuestro sistema de medición. En la figura a continuación, se ilustran varios diagramas obtenidos a través del software estadístico Minitab® (23). La Fig. 1.a) muestra el grado de variabilidad de las mediciones (intervalo de mediciones) con respecto a la media obtenida tanto por la muestra analizada y por el analista. Se observa que las medias de los valores obtenidos por cada analista son parecidas entre sí; la variabilidad de las mediciones se ve modificada entre las muestras analizadas por cada analista y un principio que sobresale es que las medias entre analistas también poseen variación, lo cual refleja en primera instancia, que tanto la repetibilidad como la reproducibilidad podrán ser parámetros predominantes en la variación del sistema. La Fig. 1.b) muestra la gráfica de los efectos principales tanto para muestras como para analistas, aquí se observa que la media entre las tres muestras analizadas no posee una variación significativa, así se establece la conclusión de que este factor no tendrá un aporte significativo en la variabilidad total del sistema. Por otra parte, al analizar los efectos entre analistas se evidencia una gran variabilidad, lo que ratifica el hecho de que la reproducibilidad tendrá un efecto notable en el sistema de medición. La Fig. 1.c) es una gráfica de series de tiempo que es empleada para buscar patrones en los datos en el tiempo, tales como tendencias o patrones de estación (23). Para las mediciones obtenidas, se agrupan las mediciones por analista y es posible observar que la variabilidad que tienen cada uno de ellos en las mediciones consecutivas y la variabilidad entre cada uno de los analistas es de elevada magnitud. Por último, la Fig. 1.d) muestra una carta de control de variables en donde se grafican la media de las muestras analizadas en función de los analistas, de aquí se puede concluir que el analista 2 y el analista 5 no se encuentran en los límites de control del diagrama. Mientras que las medias de las muestras de los analistas 1 y 4 se ubican por debajo de la línea central y presentan una media inferior a 62.251. En contraste, la media del analista 3 se desplaza con mayor magnitud hacia el límite superior del diagrama. La amplitud del intervalo de control, es decir, los límites de control superior e inferior (LCS, LCI) fueron calculados a partir de un nivel de confianza del 95 % y corresponden a 3 desviaciones estándar de la línea central. Por tanto, la reproducibilidad sigue teniendo un papel predominante en la variabilidad total del experimento. Cabe recalcar que el nivel de confianza empleado (95%) establece que se han creado 95 intervalos dentro de los cuales debe estar presente la media de la población.



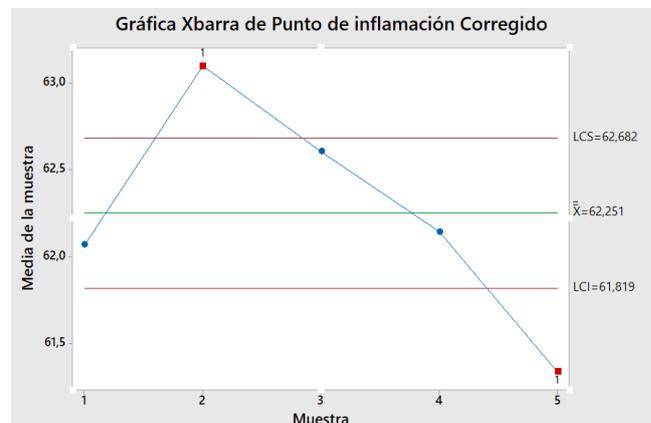
Intervalos del Punto de inflamación, agrupados por muestra y analista.



Efectos principales para muestra y analista.



c) Series de tiempo para las mediciones de cada analista.



d) Carta de control con las medias de cada muestra y analista.

Fig. 1. Estadística descriptiva de los datos experimentales obtenidos. Brindan una idea cualitativa de la variación de los factores en los datos experimentales.

Debido a los gráficos y diagramas presentados con anterioridad, se demostró que hay factores predominantes al evaluar la precisión de medición (repetibilidad y reproducibilidad) y otros componentes minoritarios (variación en la muestra e interacción) en la variabilidad del sistema de medición. Ahora, es necesario conocer con puntualidad cuál es el parámetro que representa la mayor causa de divergencia en las mediciones. Sustentados en métodos estadísticos, se desea probar la hipótesis nula  $H_0$ , la cual establece que no existen diferencias significativas entre los diferentes factores que afectan el sistema de medición, esto es: (12)

$$H_0: \sigma_{muestra}^2 = 0; \sigma_{analista}^2 = 0; \sigma_{analista \times muestra}^2 = 0 \text{ y } \sigma_{instrumento}^2 = 0; \quad (9)$$

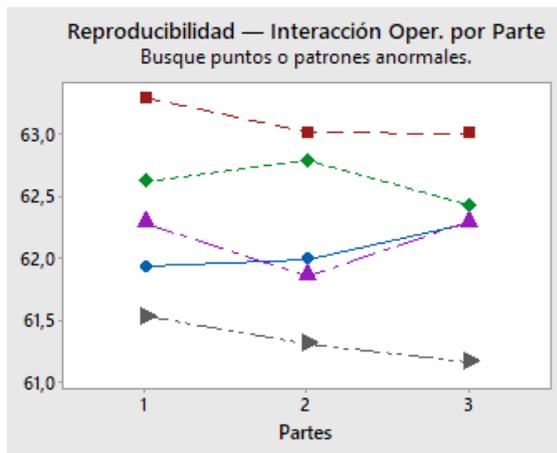
El procesamiento estadístico de análisis de varianza de dos factores se muestra en la tabla siguiente, en ella se muestra en resumen los valores de la suma de cuadrados, los grados de libertad y los cuadrados medios de los datos obtenidos. Además, con base en eso, se calculan los estadísticos de prueba para contrastar las hipótesis planteadas. Esta tabla fue obtenida mediante el software Minitab® (23).

Tabla 2. Análisis de Varianza para los datos experimentales

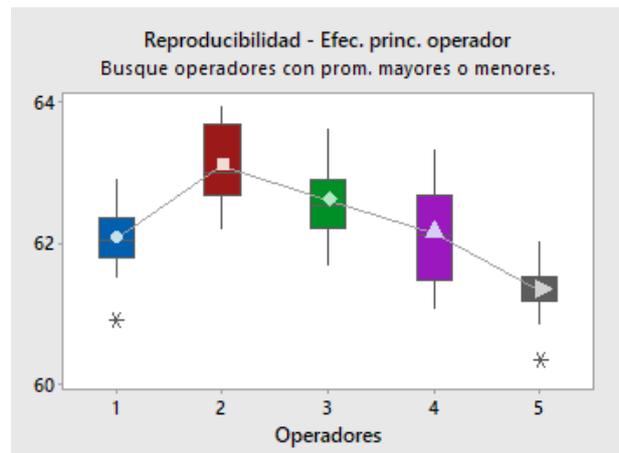
Origen de las variaciones	Grados de libertad GL	Suma de cuadrados SC	Promedio de los cuadrados CM	F <sub>o</sub>	Probabilidad
Muestra: Diesel Premium	2	0,2534	0,1267	0,61	0,564
Analista	4	25,8689	6,4672	31,38	0,000
Interacción AxB	8	1,6486	0,2061	0,63	0,751
Error	60	19,6689	0,3278		
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>47,4398</b>			

A un nivel de significancia estadística del 5 % (0.05) se tiene que tanto los factores i) Muestra: Diésel Premium y iii) Interacción *AxB* (*muestra x analista*) tienen valores de probabilidad mayores a 0.05, lo cual indica que estos factores son estadísticamente iguales a cero y, por lo tanto, se aceptan las hipótesis nulas planteadas para estos factores. Por otro lado, el factor ii) Analista/Operador tiene un valor de probabilidad menor a 0.05, es por esta razón que se concluye que este factor no es estadísticamente igual a cero y por ello se rechaza la hipótesis nula. La conclusión obvia es que los analistas y, por tanto, la reproducibilidad, es el factor que afecta de manera significativa en la variabilidad del experimento.

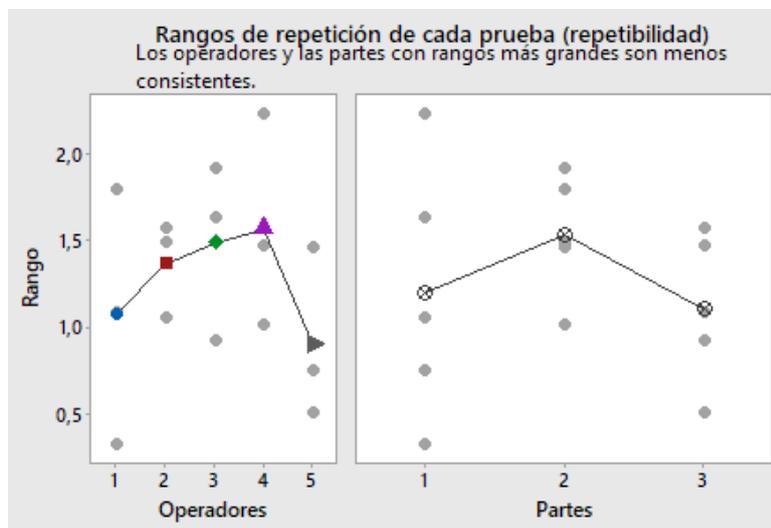
La Fig. 2, muestra diagramas enfocados a la evaluación de la repetibilidad y a la reproducibilidad del sistema de mediciones. La Fig. 2.a) está enfocada al análisis de la reproducibilidad en cuanto a las interacciones que se pueden dar entre el analista y la muestra. En general, se observa que existe un paralelismo entre las líneas lo cual es evidencia de que dicha interacción no es significativa. Sin embargo, se aprecia un ligero comportamiento diferenciado por parte de los analistas 3 y 4 ya que se manifiesta un patrón anormal al de los otros analistas. A demás se pone de manifiesto, la variabilidad de las medias obtenidas por cada analista en las muestras analizadas. La Fig. 2.b) mide los efectos de la reproducibilidad entre los analistas. Se aprecia la variación de las medias obtenidas por cada analista, así como también la variación entre las mediciones de cada analista. Los analistas 2 y 4 exhiben una dispersión grande, en contraste con el analista 5. El tamaño de la caja representa la dispersión de cada analista y el punto en el cual se ubica, representa la media de las mediciones. De esta manera los analistas 2 y 5 con aquellos que presentan mayor variabilidad en sus medias. Con base en este análisis, se puede concluir que dichas diferencias observadas se pueden originar por la deficiente gestión en la capacitación de los analistas, pues están obteniendo medidas distintas entre sí y dentro de los grupos. Finalmente, la Fig. 2.c) plantea los esquemas del análisis de la repetibilidad del rango de cada prueba. La figura que se presenta en la parte izquierda es una representación del rango de repetición respecto a los analistas en la cual se observa que los analistas 1 y 4 presentan rangos de repetibilidad más grandes y por tanto son considerados como poco consistentes. En cuanto a la figura de la derecha, el análisis se enfoca en el rango de repetición de las partes (muestras) y se observa que el comportamiento que demanda mayor inconsistencia correspondiente a los valores de la parte 1.



*Interacción Analista x Muestra*



*b) Diagrama de cajas y bigote para la evaluación de la variación de los analistas*



*c) Diagrama de rangos para analistas y muestras*

*Fig. 2. Análisis del sistema de medición a través de gráficos de control de calidad. Se muestran las principales interacciones y la variabilidad de los datos entre los factores.*

Por último, de acuerdo con el objetivo de este estudio, se procede a la cuantificación de la contribución de cada uno de los factores (analistas - muestras) en la variabilidad total del sistema de medición, pues hasta este punto se ha contado únicamente con información cualitativa la cual muestra que tanto la repetibilidad y la reproducibilidad influyen considerablemente en el sistema de medición. Sin embargo, las pruebas cuantitativas indican que la reproducibilidad es el factor de predominio. En la tabla siguiente, se muestran los cálculos correspondientes a la varianza de cada factor, la desviación estándar y el porcentaje de contribución de la varianza a la variabilidad total del sistema de medición.

*Tabla 3. Contribución de las varianzas en el sistema de medición*

Origen de las variaciones	Varianza	Desviación estándar	% Contribución varianza
Muestra: Diesel Premium	0,003176	0,05635601	0,41%
Reproducibilidad	0,41740667	0,64607017	54,02%
Interacción AxB	0,02434	0,15601282	3,15%
Repetibilidad	0,3278	0,57253821	42,42%
<b>Total</b>	<b>0,77272267</b>	<b>1,43097721</b>	<b>100,00%</b>

Con base en los datos de la tabla anterior, se presenta el diagrama de barras en donde se aprecia el grado de contribución de los factores a la variabilidad total del sistema de medición. Como se predijo en el análisis de varianza de dos factores, la reproducibilidad constituye la parte dominante de la variación total. Cabe recalcar que la parte correspondiente a la repetibilidad mantiene una carga importante de la variabilidad, como nos indicó el análisis cualitativo. Por tanto, la repetibilidad y la reproducibilidad son dos factores a los cuales debemos dirigir las acciones de mejora. Como ya se evidencio, tanto el factor muestra como el factor interacción (muestra-analista) no son representativos en la variabilidad total del sistema de medición.

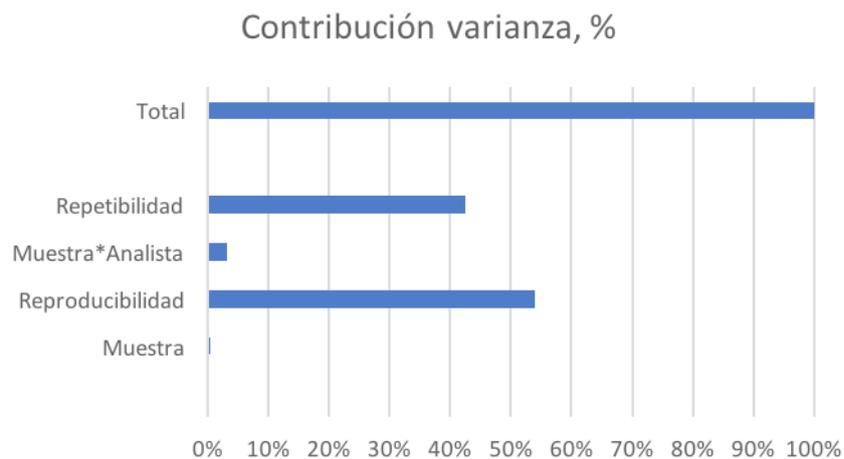


Fig. 3. Contribución de la varianza de cada factor en la varianza total del sistema de medición.

### 3.1. Discusión

El objetivo tradicional de un análisis de varianza de dos factores es probar si los diferentes factores que serán sometidos al análisis influyen en los resultados y, de este modo, seleccionar el conjunto de condiciones bajo las cuales los resultados tienen un punto óptimo. En contraste, el análisis planteado se enfoca en la determinación de la variabilidad total del experimento la cual se genera por la presencia de los factores que influyen en el sistema de medición, y mediante la cuantificación de una propiedad que pueda ser comparada con un parámetro de medida. De acuerdo con el modelo estadístico propuesto, la variabilidad total del experimento se descompone en cuatro factores: i) repetibilidad, ii) reproducibilidad, iii) muestras e iv) interacción.

Los niveles en cada factor corresponden a un subconjunto del total de analistas y de muestras disponibles en la locación, por tanto, éste corresponde a un modelo de efectos aleatorios y los valores del estadístico de prueba F calculados fueron corregidos apropiadamente (12) para contrastar los resultados obtenidos. El valor de significancia estadística utilizado fue de 5 %.

Con base en el análisis de varianza, las cantidades que permiten contrastar las hipótesis planteadas y ayudan a decidir si la influencia de un factor u otro es significativa estadísticamente son los valores del estadístico de prueba F y el valor de la probabilidad. Sin embargo, las cantidades establecidas para los cuadrados medios (CM) son en realidad de suma importancia para el estudio, pues gracias a estos valores es posible cuantificar la varianza de cada componente.

Al descomponer la varianza de cada componente y contrastarla con la varianza total, se obtiene evidencia suficiente para determinar qué o cuáles factores están comprometiendo la calidad del sistema de medición y nos ayudan a la planeación de las actividades de prevención y corrección. Como se mencionó en el apartado anterior y mediante el análisis de varianza de dos factores se logró la ilustración de la Fig. 3, en donde se evidencia que la reproducibilidad es el parámetro que prevalece incluso por encima de los otros componentes de la precisión. La reproducibilidad genera mayor influencia en la variabilidad que encierra todo el sistema, en otras palabras, el proceso de medición se vio afectado por cada analista y por la forma en la cual se llevaron a cabo: la ejecución, desarrollo, toma de datos y manipulación de las muestras. Lo anterior puede estar ligado a la experiencia o habilidad de cada analista, al estado de ánimo y actitud que se tenga frente a la medición. De igual manera, la capacitación que se dé a cada analista es importante para mejorar la calidad del sistema de medición.

#### **4. Conclusiones**

El análisis cualitativo indica la presencia de factores predominantes en la repetibilidad y reproducibilidad; en el análisis cuantitativo, se establece estadísticamente que el factor que afecta al sistema de medición es la reproducibilidad. Cada análisis por separado conduce a una comprensión incompleta del sistema ya que por sí solos no es posible llegar a determinar una conclusión generalizada del estudio; e inclusive, si estas dos aproximaciones son analizadas en conjunto, las decisiones derivadas de las mismas serán parciales. Por tanto, es necesario evaluar la contribución y el nivel de influencia de las varianzas de cada factor en la varianza total del sistema de medición para efectuar acciones que nos permitan reducir su variabilidad y de esta manera obtener una mejor calidad del sistema de medición.

El ANOVA de dos factores se basa en el contraste de hipótesis. Las hipótesis nulas y alternativas se ponen a prueba para cada factor que influye en la calidad del sistema de medición. Este método cuantitativo es muy efectivo para determinar cuál o cuáles de los factores que caracterizan al proceso afectan a los resultados obtenidos; sin embargo, en este caso sólo nos lleva a una respuesta parcial. El hecho de que se rechace una de la hipótesis nula en los factores no resta importancia a los otros factores, pues como se demostró, la variabilidad total del sistema de medición fue debida a dos factores importantes: reproducibilidad y repetibilidad, parámetros constituyentes de la precisión, aunque el análisis de varianza sólo nos evidenció la influencia de uno de ellos. Por tanto, se concluye que cada contribución a la variabilidad total del experimento es importante para nuestro estudio, por ello, se enfatiza el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas.

La tabla 3 exhibe la contribución de la varianza de los distintos factores en la varianza total, se observa que la varianza por repetibilidad y reproducibilidad son los componentes que aportan mayoritariamente a la variabilidad total del sistema. Es decir que las muestras por sí solas y la interacción muestra-analista, no exhiben relación alguna dentro de la influencia de la variabilidad total del sistema. Es de especial interés estos factores ya que la cuantificación de estos permite tomar acciones encaminadas a corregir la variabilidad del sistema de medición. El hecho de que se presenten grandes contribuciones en estos dos factores implica una capacitación deficiente por parte de los analistas y la escasa capacidad del instrumento de medición para realizar adecuadamente su trabajo.

El requisito fundamental para asegurar la calidad en un sistema de mediciones es que las

hipótesis nulas a probarse, mediante la técnica de ANOVA, puedan aceptarse para cada factor influyente en la variabilidad total, esto es, que los estadísticos de prueba sean estadísticamente iguales a cero. Puntualizando, a un nivel de significancia del 5 % (0.05) el valor de probabilidad debe ser mayor a éste. No obstante, aunque no se rechace alguna de las hipótesis, es de vital importancia cuantificar la varianza total y las contribuciones de cada factor en estudio. De esta manera, aseguramos que las decisiones tomadas estén dirigidas adecuadamente a la minimización de la variabilidad del sistema de mediciones.

Como se ha mencionado anteriormente, las mediciones son el resultado de un proceso. Existen procesos relativamente sencillos y otros relativamente complicados; no obstante, son las mediciones derivadas de éstos las que interesan en este estudio; es decir, el análisis anteriormente expuesto es indiferente al proceso empleado. Esta aseveración, brinda a este trabajo el carácter de genérico y, adicionalmente, el modelo de factores aleatorios empleado en los análisis estadísticos no limita la aplicación de esta metodología a casos particulares; mas bien, enfatiza en la generalización de este método de prueba y, por tanto, se concluye que se lo puede usar para la evaluación de la calidad de cualquier sistema de mediciones. De igual manera, se ratifica la importancia de las mediciones en cualquier escenario productivo, ya que cada proceso debe ser evaluado con el fin de dar a conocer su estado real y poder tomar decisiones que al ser ejecutadas mejoren el proceso y se cumplan con el control de calidad pertinente.

### **Bibliografía**

1. Marín L, Gimeno J. La certificación ISO 9000 en el sector industrial del mueble: evidencias sobre la cultura de calidad total y las ventajas que la caracterizan. Elsevier. [Internet]. 2010 [citado 10 enero 2019]; 16: 3-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135252312600045>.
2. Ministerio de Producción y Trabajo [Página principal en internet], Argentina: Secretaría de Agroindustria - Sistema de Gestión de Calidad ISO 9000; 2018. [actualizada en abril de 2018; acceso 17 diciembre 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/>.
3. International Organization for Standardization. ISO 9001 international standard: Quality management systems - Requirements, Official translation. Vol 1. 5ª ed. Ginebra: Secretaría Central de ISO; 2015.
4. Ishiwaka K. ¿Qué es el control total de calidad? – La modalidad japonesa. Vol 1. 1ª ed. Bogotá: Grupo Norma; 1986.
5. Ishiwaka K. Introducción al control de calidad. Vol 1. 1ª ed. Madrid: Díaz de Santos S.A; 1989.
6. Eurolab España. Guía Eurachem: La adecuación al uso de los métodos analíticos – Una Guía de laboratorio para la validación de métodos y temas relacionados. Vol 1. 1ª ed. España: Eurolab; 2016.
7. International Organization for Standardization. ISO 17025:2017 international standard: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Vol 1. 1ª ed. Génova: Secretaría Central de ISO; 2018.
8. Reidl L. Confiabilidad en la medición. Elsevier. [Internet]. 2012 [citado 08 enero 2019]; 2: 107-111. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713726954>
9. Cohen J. Psychological Testing and assessment. Vol 1. 1ª ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited; 2005.

10. Gutiérrez H, De la Vara R. Control estadístico de calidad y seis sigma. Vol 1. 2ª ed. Ciudad de México: McGraw Hill; 2009.
11. Vocabulario Internacional de Medida – VIM. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados. Vol 1. 3ª ed. España: VIM; 2012.
12. Gutiérrez H, De la Vara R. Análisis y diseño de experimentos. Vol 1. 2ª ed. Ciudad de México: McGraw Hill; 2008.
13. McGonagle A, Williams LJ, Wiegert D. Problemas actuales en la investigación de la varianza del método común. Springer. [Internet]. 2014 [citado 22 diciembre 2018]; 1. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Common%20method%20variance&publication\\_year=2017&author=A.%20McGonagle](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Common%20method%20variance&publication_year=2017&author=A.%20McGonagle).
14. Malhotra N, Schaller A. Common method variance in advertising research: When to be concerned and how to control for it. Journal of Advertising. [Internet]. 2017 [citado 05 enero 2019]; 1: 193-195. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Common%20method%20variance%20in%20advertising%20research%3A%20When%20to%20be%20concerned%20and%20how%20to%20control%20for%20it&publication\\_year=2017&author=N.K.%20Malhotra&author=T.%20Schaller&author=A.%20Patil](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Common%20method%20variance%20in%20advertising%20research%3A%20When%20to%20be%20concerned%20and%20how%20to%20control%20for%20it&publication_year=2017&author=N.K.%20Malhotra&author=T.%20Schaller&author=A.%20Patil).
15. Cernas A, Mercado P, León F. Common method variance in the relationship between job satisfaction and life satisfaction. Universidad ICESI. [Internet]. 2017 [citado 11 enero 2019]; 33: 2-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S012359231730075X#bib0190>.
16. Eurolab Reino Unido. Eurachem Guide: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Vol 1. 3ª ed. Reino Unido: CITAC; 2012.
17. Molugaram K, Shanker G. Statistical Techniques for Transportation Engineering. Vol 1. 1ª ed. Oxford: Elsevier; 2017.
18. Henson R. Analysis of Variance (ANOVA). Academic Press. [Internet]. 2015 [citado 25 noviembre 2018]; 1: 477-481. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123970251003195>.
19. Man J, Zhang J, Laosheng W, Zeng L. ANOVA-based multi-fidelity probabilistic collocation method for uncertainty quantification. Elsevier. [Internet]. 2018 [citado 03 diciembre 2018]; 122: 176-186. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309170818303920>.
20. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1493:2005 Norma técnica ecuatoriana: Productos de petróleo: Determinación del punto de inflamación en vaso cerrado (Pensky-Martens) Vol 1. 1ª ed. Quito: INEN; 2005.
21. American Society for Testing and Materials - ASTM International. D 93-18: Métodos de prueba estándar ASTM D93 -18 para el punto de inflamación por el probador de copa cerrada Pensky-Martens. Vol 1. 1ª ed. West Conshohoken: ASTM International; 2018.
22. American Society for Testing and Materials - ASTM International. D 975-18a: Especificación estándar para aceites combustibles diésel. Vol 1. 1ª ed. West Conshohoken: ASTM International; 2018.
23. Minitab Inc. Minitab 18 [programa informático estadístico]. Versión 17.2.1. USA: Minitab Inc; 1972.

# ***Diseño y simulación mecánica de un actuador hidráulico rotativo sumergible para aplicación en hidroterapia***

*(Design and mechanical simulation of a submersible rotary hydraulic actuator for hydrotherapy application)*

M. Pérez<sup>(1)\*</sup>, S. Coba<sup>(2)</sup>, E. Pozo<sup>(3)</sup>, M. Ordoñez<sup>(4)</sup>

- (1) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 ½, Riobamba, Ecuador
- (2) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 ½, Riobamba, Ecuador
- (3) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 ½, Riobamba, Ecuador
- (4) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 ½, Riobamba, Ecuador

\*Correspondencia. Tel:0999262941,E-mail: miguel.perez@epoch.edu.ec (M. A. Pérez Bayas)

## **RESUMEN**

El presente trabajo demuestra el proceso en la investigación inicial para el desarrollo de un actuador giratorio hidráulico para fines terapéuticos. El dispositivo se basa en la necesidad de un aparato motor aplicable a la rehabilitación de lesiones de rodilla, con la capacidad de ser usado en la hidroterapia, para lo cual se realiza una revisión bibliográfica y se define el comportamiento del actuador en función a los fenómenos de presión y flujo, definiendo así las funciones para el par y la velocidad del actuador. En una primera etapa, se presenta un modelo simplificado del actuador, para luego simular el comportamiento mecánico de los componentes con la ayuda de un software de análisis de elementos finitos. Concluyendo con la validación de los elementos principales del actuador, llamados eje y aleta, sometidos a los parámetros delimitados para la aplicación, dejando la base de un modelo del mecanismo útil para el cálculo de la dinámica del sistema como siguiente paso de la investigación.

**Palabras claves:** Actuador rotatorio, Simulación, Diseño, Mecánica hidráulica.

## **ABSTRACT**

The present work demonstrates the process in the research and development of a hydraulic rotary actuator for therapeutic purposes. The device is based on the need for a motor apparatus applicable to the rehabilitation of knee injuries, with the ability to be used in hydrotherapy, for which a literature review is performed and the behavior of the actuator is defined depending on the pressure and flow phenomena, thus defining the functions for the torque and speed of the actuator. In a first stage, a simplified model of the actuator is presented, to proceed to simulate the mechanical behavior of the components with the help of finite element analysis software. Concluding with the validation of the main elements of the actuator, called axis and fin, subject to the parameters defined for the application, leaving the basis of a model of the mechanism useful for calculating the dynamics of the system as the next step of the investigation.

**Keywords:** Rotary actuator, Simulation, Design, Hydraulic Mechanics.

## 1. Introducción

La terapia acuática asocia los conocimientos fisioterapéuticos en el proceso de rehabilitación neurológica y los beneficios que el entorno acuático puede aportar para la recuperación de procesos patológicos a cualquier edad, las mismas que combinan técnicas específicas que utilizan las propiedades del agua para producir efectos de facilitación y resistencia, para llevar a cabo patrones específicos de movimientos, con objetivos exclusivamente terapéuticos de rehabilitación. [1], [2] [3]

El desarrollo de nuevos dispositivos para uso en la rehabilitación no tradicional, amplía la posibilidad de recuperación de un gran grupo de pacientes de diferentes edades y condiciones. Esta solución dinamiza la rehabilitación auto asistida, aportando una solución más económica que beneficia a los habitantes de la región central del país, donde no se acostumbra practicar este tipo de asistencias, dándoles la posibilidad de una mejor calidad de vida.[4]

Actualmente existen múltiples ejemplos de sistemas robóticos que hacen uso de actuadores hidráulicos, con el fin de lograr el máximo rendimiento de trabajo y evitar los inconvenientes de los sistemas clásicos, varios autores han contribuido a la investigación y el desarrollo de unidades motrices robóticas combinadas.

En el trabajo de Karanovic, et all [5], El desarrollo de sistemas robóticos siempre prioriza la realización de tareas asignadas con una máxima eficiencia, las cuales deben cumplir básicamente las siguientes características: un diseño funcional, una unidad de control optimizada y una unidad motriz, tomando en cuenta la dinámica del sistema.

Además, estos sistemas, se ven limitados en gran medida por el sistema motor, es decir, el sistema hidráulico y sus actuadores, que suelen ser muy grandes para aplicaciones específicas. Esto presenta un limitante importante a la hora del diseño y construcción de sistemas reducidos que requieran una alta relación Potencia/Tamaño, especialmente para dispositivos de rehabilitación, como es el caso de sistemas de soporte y aumento como exoesqueletos, robots caminantes y demás aplicaciones que ya son una realidad hoy en día.

En Amundson [6], se da a conocer un sistema Híbrido eléctrico-hidráulico, que ayuda a definir la unidad central de energía hidráulica sobre un sistema para robots de servicio.

Tsagarakis [7], presenta los resultados de una unidad compacta hidráulica para pequeños robots.

Esser. [8], desarrolla una nueva fuente de alimentación hidráulica para robots.

Tomando una de las alternativas, y sabiendo que los requerimientos de la unidad motriz para trabajos submarinos (altas presiones, autonomía, grandes esfuerzos y cargas), se analiza el uso de los accionamientos hidráulicos para aplicaciones robóticas robustas que realizan tareas bajo cargas de trabajo pesadas. Sin embargo, gracias a las mejoras en la tecnología de fabricación avanzada, el uso de accionamientos hidráulicos en sistemas robóticos en miniatura está aumentando. Estas nuevas soluciones miniaturizadas se desarrollan con el propósito de lograr la máxima eficiencia y una mejor explotación de los recursos disponibles (materiales, tamaño, energía, etc.).

El objetivo de la presente investigación, se centra en la etapa inicial de diseño y simulación del mecanismo de un sistema servo hidráulico compacto para uso acuático, que responda a los requerimientos planteados para su aplicación como elemento motor de un dispositivo de rehabilitación para lesiones de rodilla aplicado a la hidroterapia.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Definición del modelo del actuador

El objetivo final del actuador rotatorio es generar un movimiento giratorio. El movimiento angular suele estar limitado a un ángulo máximo de rotación.[9]–[12].

Como tal, actualmente, se distinguen 3 tipos de actuadores rotativos:

**a. Actuadores rotativos con aleta giratoria:** Que se accionan por la presión del fluido sobre una cara de su aleta. Esta aleta gira sobre un eje, dentro de un recinto cerrado que mantiene la presión en una de las dos cámaras del actuador. Presentan rangos de rotación hasta de  $270^\circ$  y toleran torques pequeños.[13], [14].

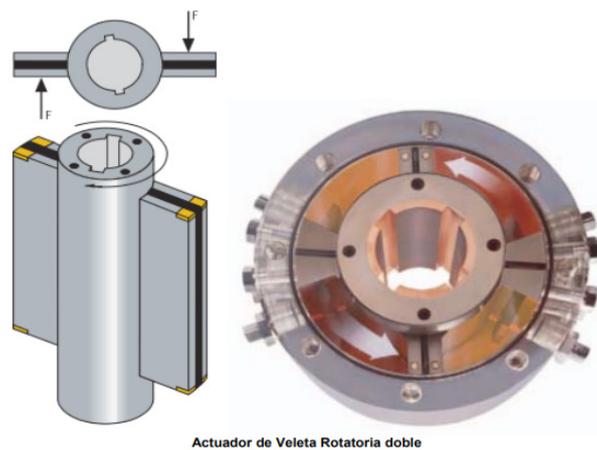


Fig. 1. Actuador rotario de veleta rotatoria doble [28].

**b. Actuadores rotativos con piñón y cremallera:** Son actuadores rotativos que hacen uso de 1 o 2 cilindros internos de desplazamiento lineal para producir la rotación de un eje a través de un mecanismo piñón cremallera.[13].

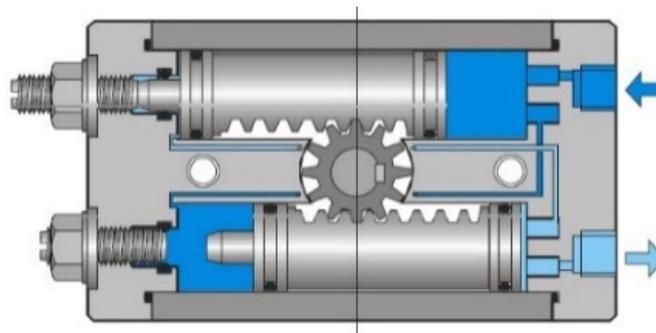


Fig. 2. Actuador de piñón y cremallera [28].

**c. Actuadores giratorios y lineales:** Estos actuadores rotativos utilizan el principio de los pistones hidráulicos, para producir el desplazamiento de un embolo dentro de otro. Ambos émbolos se encuentran relacionados entre sí y con la carcasa a través de un engranaje helicoidal, que transforma el movimiento lineal del primer embolo en un movimiento rotacional del segundo. Este tipo de actuadores opera con altísimas presiones y entrega altos torque, a cambio de tener un recorrido angular de 90° máximo.[15], [16]



Fig. 3. Actuador giratorio lineal [28].

Después de analizar los distintos tipos de actuadores rotativos, se escoge un desarrollo del modelo en base al tipo de aleta rotatorio, que presenta una relación favorable entre funcionalidad y complejidad para el tipo de aplicación planteada.

Siguiendo esta base, los modelos existentes de este tipo de actuador rotativo neumático, con características similares a las buscadas por el modelo, permiten delimitar algunas variables requeridas, como relaciones dimensionales, formas de sellado y demás.[17]–[20]

## 2.2. Física del actuador

Como tal, un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). En el caso de los actuadores hidráulicos rotativos, estos son alimentados con fluido a presión y se obtiene velocidad angular y momento a partir de la pérdida de presión del fluido. (11).

$$P_e = P \cdot Q \quad (1)$$

Donde:  $P_e$  = Potencia de entrada [Wattios];  $P$ =presión[Pa] y  $Q$ = Caudal[m<sup>3</sup>/s]

La variación de presión puede determinarse por la diferencia de presión entre la entrada y la salida del actuador. En estas expresiones no se considera las pérdidas por rozamiento que existen y no se debe dejar de tenerlas en cuenta para las realizaciones prácticas.

La potencia mecánica proporcionada por el actuador, estará dada en los actuadores rotacionales en función del torque y la velocidad angular, expresado como:

$$P_s = T \cdot \omega \quad (2)$$

**a. Definición De Torque:** El torque que proporciona el actuador, se puede definir por como la presión actúa sobre un lado de la aleta del eje, y por lo tanto puede ser definida para una configuración simplificada del actuador de la siguiente manera:

$$T = P * a * b * \left(\frac{D+a}{2}\right) \quad (3)$$

Donde: a=altura expuesta de la aleta [m]; b=ancho total de aleta [m]; D=diámetro eje en la sección de la aleta [m].

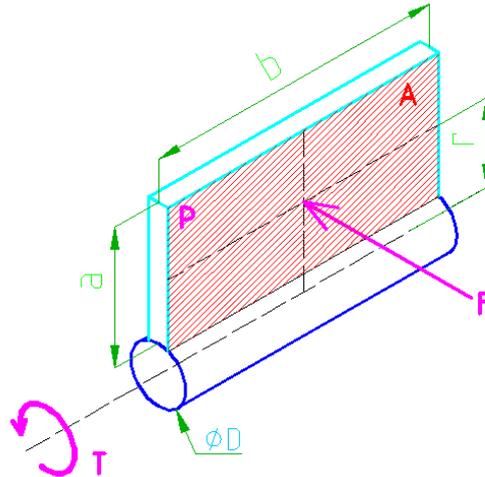


Fig. 4. Diagrama del eje y paleta.

Considerando que las expresiones **a**, **b** y **D** son magnitudes dimensionales que no variarán, se determina que el torque generado por el actuador es directamente proporcional a la presión del fluido que ingresa a éste.

**b. Definición de velocidad:** De manera similar que con el torque, la velocidad de giro del actuador puede definirse por la variación del volumen de una de las cámaras del actuador (similar a una corteza cilíndrica), así obtenemos la siguiente expresión:

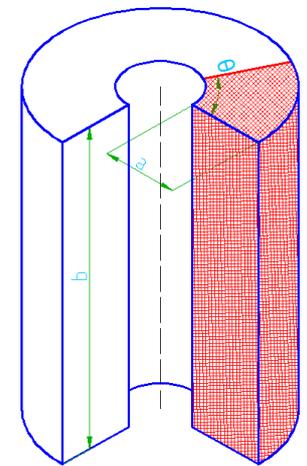


Fig. 5. Diagrama de corteza cilíndrica que simula una cámara del actuador

$$1(R2-r12)*\pi*b1360 \quad (4)$$

Donde: v=velocidad angular del eje en el actuador [rad/s]; R=radio exterior de la corteza cilíndrica; r1=radio interior de la corteza cilíndrica y b1=altura de la corteza cilíndrica.

### 2.3. Modelo

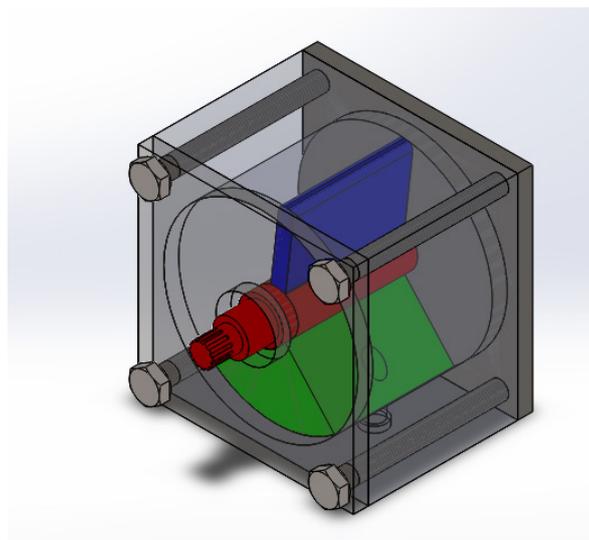
Considerando una primera fase de diseño, se desarrolló un modelo computarizado del prototipo con la ayuda del software Solidworks presentando una simplificación en cada una de sus partes. [21]–[23]

La carcasa está configurada en 3 partes, con un cuerpo central que conforma el bloque central del actuador sobre el que se montaran 2 tapas, una delantera y otra posterior; que servirán como puntos de apoyo para el eje y la aleta, y también confinarán el volumen del actuador a través de su sellado. [17]

El modelo presentado y sus características, se presentan en la tabla 1:

*Tabla1: Características del prototipo del actuador*

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Tamaño (axbxH)	60x60x45 mm
Peso	1.5 kg
Caudal nominal	9 L/min
Presión del sistema	$2.9 \times 10^{-3}$ Mpa (0.43 psi)
Consumo máximo de potencia	500 W



*Fig. 6. Modelo del actuador hidráulico rotativo.*

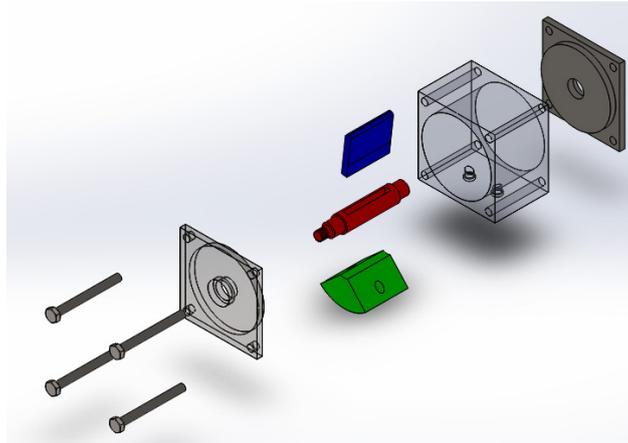


Fig. 7. Despiece del modelo

Se evidencia entonces en el diseño del actuador, una decisión basada en la simplicidad, forma y tamaño para la construcción del actuador, el mismo que funcionará en base a la posición de una aleta impulsada por presión de aceite hidráulico.

Además de lo expuesto, la presión máxima de funcionamiento del actuador, será tomada como la presión máxima del sistema hidráulico, e inicialmente se la debe calcular, en función de los movimientos críticos (más singulares) en los escenarios de trabajo.

Para ello, considerando que el servomecanismo será instalado en un sistema rehabilitador de rodilla, un exoesqueleto por ejemplo, las proporciones antropométricas se pueden definir como las longitudes de las posiciones máximas (cadera al tobillo).

En el trabajo de Maldonado [24], se muestran las medidas antropométricas de un exoesqueleto y específicamente, la de la cadera al tobillo extendidos, como 850 mm (0.85m).

Dichas dimensiones pueden definir los valores máximos de torque requeridos, principalmente en la articulación de la cadera, que será la de requerimientos más grandes de presión, ya que, al momento de realizar un ciclo de marcha, y teniendo tres puntos de apoyo (pie, mano izquierda, y mano derecha), la otra pierna deberá moverse en base al torque desarrollado en esa articulación.

Para una simulación del ciclo de marcha debajo del agua, *Veras-Duarte* [25], indican que el torque máximo requerido para la articulación de la cadera a poca profundidad, es de 9 N.m..

Se puede calcular entonces que la fuerza requerida para mover la pierna desde la cadera es de 10.6 N.

A su vez, para un área de  $A=3600\text{mm}^2$  ( $3.6 \times 10^{-3}\text{m}^2$ ) correspondiente a una aleta, según el diseño propuesto para el actuador, se tiene una presión aproximada de  $P=2.944 \times 10^{-3}$  Mpa (0.43 psi) que es la presión mínima a la cual se debería realizar el diseño y cálculo hidráulico del actuador.

El valor de la presión, es muy bajo, pero no puede ser reemplazado por un actuador neumático, debido a las exigencias de precisión en el posicionamiento angular que requiere

el servomecanismo, ya que debido a la compresión existente en el fluido (aire), éste variaría ampliamente la respuesta angular del actuador.

### 3. Resultados y Discusión

Para simular el efecto de la presión sobre las partes móviles del actuador, se simuló el comportamiento del conjunto Eje-Aleta en el propio entorno de Solidworks [26], considerando los siguientes parámetros de simulación:

- Presión aplicada: 40 PSI
- Material: AISI 1045 Acero Estirado en Frio
- 

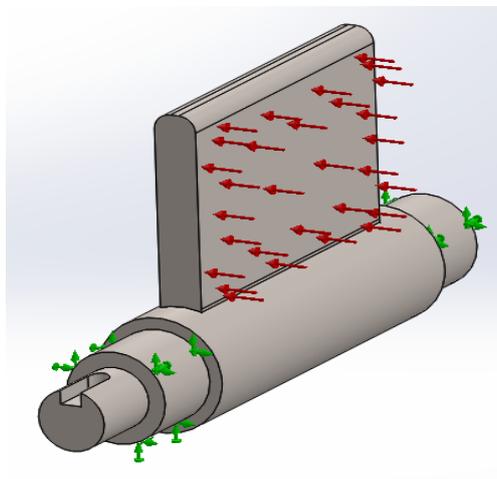


Fig. 8. Aplicación de cargas y apoyos para simulación en Solidworks

En esta primera simulación se consideran dos casos en los que se varían los apoyos:

- 1) En uno de ellos se considera a los apoyos del eje como puntos fijos, lo que determina la deformación de la aleta en su parte superior, que es de gran interés para determinar una posible interferencia entre esta y la carcasa del actuador.

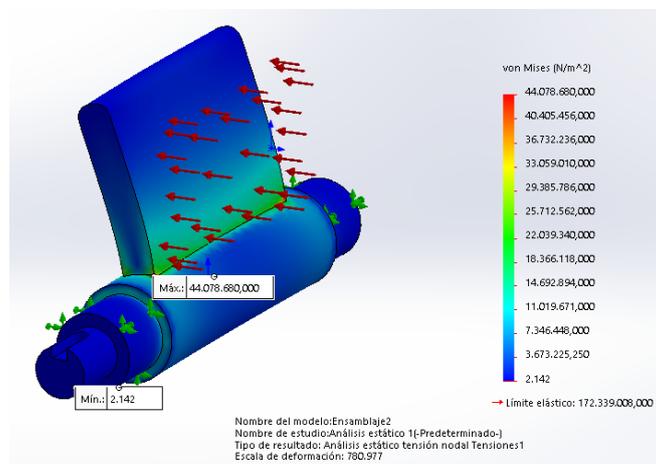


Fig. 9. Simulación de la esfuerzos de la aleta con los apoyos del eje como puntos fijos.

2) En un segundo caso, se considera el efecto de una carga resistiva al movimiento del actuador, proporcionando un punto fijo en una cara de la chaveta del eje, y usando los puntos de apoyo del eje como rodamientos. Esta simulación nos presenta que el eje falla en la zona de la chaveta.

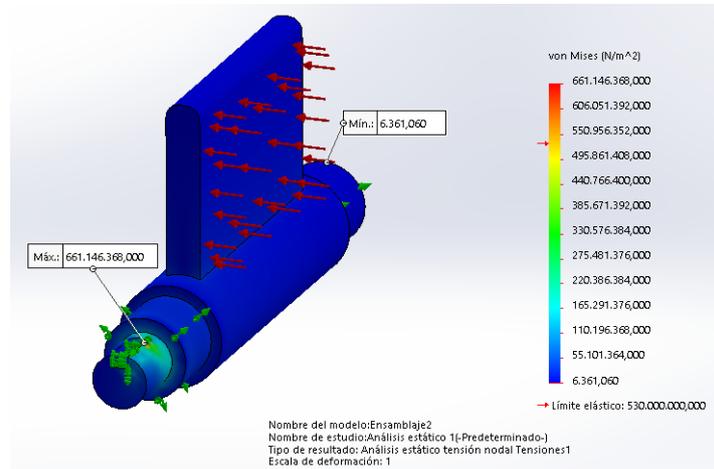


Fig. 10. Simulación de esfuerzos considerando una carga resistiva en un punto fijo y los puntos de apoyo del eje.

Una definición más exacta de los resultados, se puede obtener empleando un programa más especializado. Para ello, se realiza una simulación en el software ANSYS (13) con el mismo ensamblaje que se realizó la previa simulación en Solidworks, de manera que la geometría de los sólidos analizados sea la misma.[27]

Se importa un archivo .STEP al modelador de ANSYS haciendo énfasis en la opción que permite “no compartir topografía” de los sólidos, de manera que se realiza un mallado para cada elemento, coincidentes únicamente en nodos.

A continuación, se procede a incluirlo en un proyecto de Workbench en el que se definió el material, las condiciones de la malla, los apoyos, las cargas, y los objetivos del cálculo como el esfuerzo, la deformación total, y en factor de seguridad, mostrando los siguientes resultados:

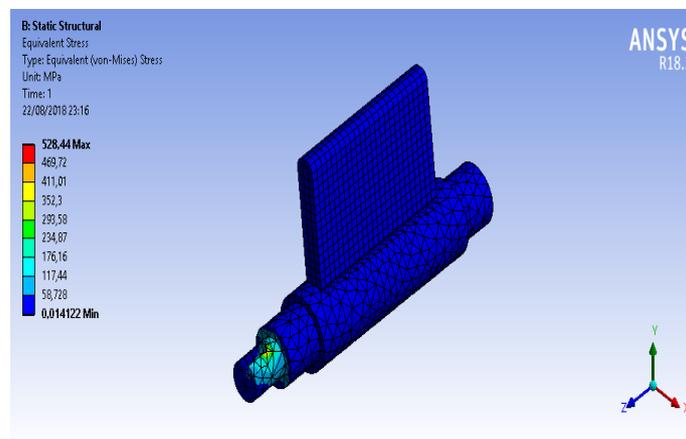


Fig. 11. Simulación de esfuerzos en ANSYS, para la definición de los esfuerzos máximos en el eje-paleta.

Nuevamente se puede apreciar que el ensamble falla en la región de la chaveta, que es el punto donde se presenta el mayor esfuerzo. Esto indica que la configuración actual no es segura para esta aplicación.

Considerando los resultados de las anteriores simulaciones se decidió por modificar la configuración del chavetero, siendo esta área el punto de fallo determinado anteriormente.

La forma más sencilla de reducir el esfuerzo mecánico al que se encuentra sometido esta región, es aumentar el área de contacto a través del cual se transmite la potencia del actuador. Esto se puede lograr incluyendo múltiples cuñas en el eje, modelo que se denomina como “Eje Estriado” por las múltiples ranuras de baja profundidad que se describen en la zona de acople.

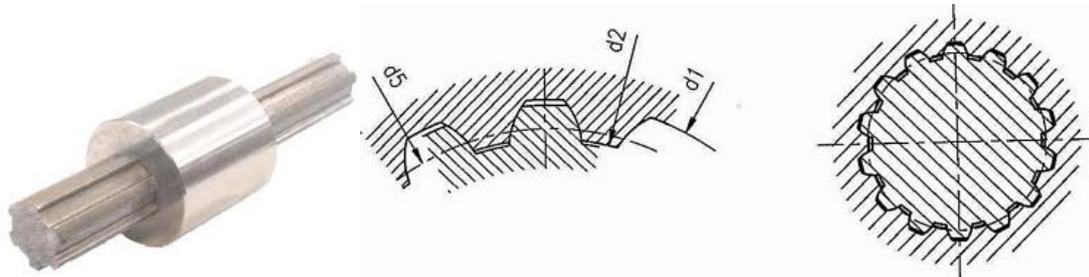


Fig. 12. Modelo y representación de un Eje Estriado.

Se modificó la geometría del extremo de acople del eje, siguiendo una configuración tipo estriado y se simuló directamente en ANSYS siguiendo los mismos parámetros de la simulación anterior.

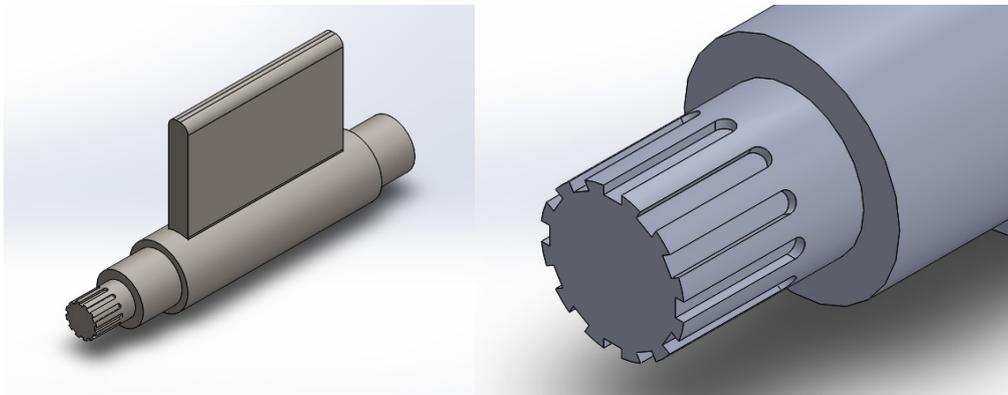


Fig. 13. Detalle de modelo de Eje Estriado.

Para el análisis, en las propiedades de la malla utilizada, ANSYS entrega un valor de calidad a cada elemento de la malla entre 0 y 1.

Entre los parámetros del mallado utilizados, analizados a través del método de calidad de elemento se obtuvo un mínimo de 0.31, un máximo de 1, con un promedio de 0.84 a una desviación estandar de 0.009.

Para el resultado de los esfuerzos, al usar una carga de 210 psi, utilizando la geometría estriada, se obtiene que el eje del actuador soporta una distribución de esfuerzos máximos de

236.8 Mpa, ubicados en la base de la aleta. Los resultados se muestran en la Figura 14.

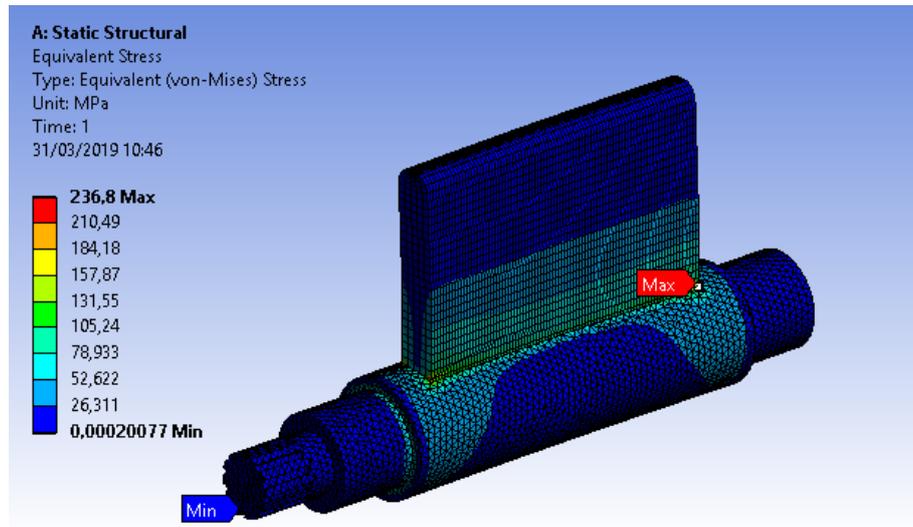


Fig. 14. Resultados de los esfuerzos en ANSYS para la geometría estriada.

Los resultados muestran que el cambio de un solo chavetero a una configuración del tipo estriado, reduce considerablemente el esfuerzo al que se sometería el extremo del eje, permitiéndonos un valor aceptable de 7 como factor de seguridad. (Figura 15).

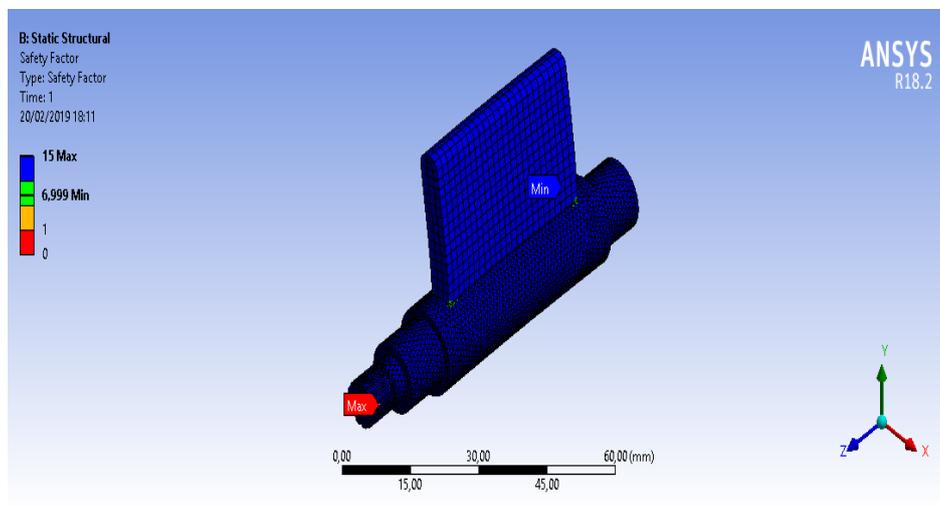


Fig. 15. Factor de seguridad definido por ANSYS para el modelo con Eje Estriado.

#### 4. Conclusiones

La rodilla es la articulación que presenta la mayor cantidad de lesiones relacionadas con actividad física de las personas, y presenta el mayor índice de pedidos de rehabilitación Pre y Post Operatoria.

La selección de un actuador hidráulico se confirma por las prestaciones claves que presenta el fluido de trabajo. Al ser un fluido incompresible obtenemos un mecanismo compacto

y robusto, de alta precisión respecto a su posición, y con un retardo entre señal y acción mínimo, adecuado para la aplicación de terapia de articulaciones de rodillas

La propuesta del actuador hidráulico de tipo aleta basculante se sustenta en la simplicidad, facilidad de fabricación y propiedades de operación (baja presión y límite máximo de giro) ventajosas que presenta frente a los otros tipos de actuadores rotativo estudiados.

Los valores de torque para un ciclo de marcha humana bajo el agua, definen los valores de la carga que la aleta del actuador debe soportar, los cuales son verificados para una geometría de eje estriado, obteniéndose un valor de 236.8 Mpa, lo que indicado que no existe fallo de material.

El proceso de diseño iterativo llego a la conclusión de que la transmisión de potencia del actuador a través de un extremo del eje con una sola chaveta resulta en el fallo del eje y por lo tanto del mecanismo del actuador.

El análisis del modelo con la variación de la chaveta por el eje estriado comprobó una reducción significativa de los esfuerzos en la zona crítica, llegando a un factor de seguridad aceptable cercano a 7.

### **Conflicto de intereses.**

En el presente trabajo, no existen intereses particulares por parte de los autores, ni de la entidad científica o financiadora que puedan afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

### **Bibliografía**

1. M. I. V. Orselli and M. Duarte, "Joint forces and torques when walking in shallow water," *J. Biomech.*, vol. 44, no. 6, pp. 1170–1175, 2011.
2. J. Watton, "*Modelling, Monitoring and Diagnostic Techniques for Fluid Power Systems*". Springer-Verlag London Limited 2007.
3. W. E. Prentice, *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*, vol. 44. Editorial Paidotribo, 2001.
4. D. Ledia, H. G. García, D. Cruz, M. R. García, D. Isabel, and G. Fuentes, "Laboratorios de Anticuerpos y Biomodelos Experimentales ARTICULACIÓN DE LA RODILLA Y SU MECÁNICA ARTICULAR," vol. 7, no. 2, pp. 100–109, 2003.
5. H. Khan, "Development of a lightweight on-board hydraulic system for a quadruped robot . DEVELOPMENT OF A LIGHTWEIGHT ON-BOARD HYDRAULIC SYSTEM," no. May 2015, 2016.
6. V. Karanović, M. Jocanović, V. Jovanović, " Review of Development Stages in the Conceptual Design of an Electro-Hydrostatic Actuator for Robotics", *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 11, 2014.
7. N. G. Tsagarakis, M. Laffranchi, B. Vanderborght, and D. G. Caldwell, "A Compact Soft Actuator Unit for Small Scale Human Friendly Robots," in *Robotics and Automation, ICRA'09, IEEE International Conference on*, 2009, pp. 4356-4362
8. A. Esser and H.-C. Skudelny, "A New Approach to Power Supplies for Robots," *Industry Applications, IEEE Transactions on*, Vol. 27, pp. 872-875, 1991

9. L. Jose, “MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE UN ACTUADOR HIDRÁULICO PARA UN SIMULADOR DE MARCHA NORMAL,” Pontificia Universidad Católica de Perú, 2012.
10. K. Amundson, J. Raade, N. Harding, and H. Kazerooni, “Hybrid Hydraulic-Electric Power Unit for Field and Service Robots,” in *Intelligent Robots and Systems, (IROS 2005) 2005 IEEE/RSJ International Conference on*, 2005, pp. 3453-3458.
11. K. Rydberg, “Feedbacks in Hydraulic Servo Systems,” no. February, 2016.
12. C. J. RENEDO, “Neumática e Hidráulica,” *l{\'i}nea*. Available: <http://personales.unican.es/rene/doc/Trasp%20WEB/Trasp%20Neu>, vol. 12, 2006.
13. F. Roca, “Oleohidráulica básica. Diseño de circuitos,” *Edicions UPC*, 1997.
14. B. Burbidge, “Sistema Hidraulico,” *Superando las antinomias la Total. Infín.*, 2016.
15. S. R. Majumdar, *Sistemas Neumáticos, Principios y Mantenimiento*. Mc Graw Hill.
16. B. Mutton, “Aplicaciones de la Neumatica.” pp. 84–86, 2008.
17. FESTO, “Actuadores giratorios con aleta basculante DRVS,” 2018. [Online]. Available: [https://www.festo.com/cms/es-ve\\_ve/53717.htm](https://www.festo.com/cms/es-ve_ve/53717.htm).
18. H. Stewart, “Hydraulic and Pneumatic Power Systems,” *Aviat. Maint. Tech. Handb. - Airframe*, p. 600, 1977.
19. S. M. Richard, *Hydraulic Handbook*, no. June. 1968.
20. D. ; B. S. and M. T. Merkle, *Hydraulics, Basic Level*. 2003.
21. U. De Limoges and J. A. Perrin, “Modeling, simulation and robust control of an electro-pneumatic actuator for a variable geometry turbocharger,” no. Ed 526, 2018.
22. S. De Versailles and E. A. U. D. V. Saint-, “Mathematical Modeling of an electro-hydraulic actuator for humanoid,” vol. 16, 2017.
23. Y. Efe, “Dynamic Model of a Hydraulic Servo System for a Manipulator Robot,” 2014.
24. G. Maldonado, “Desarrollo de un prototipo de Andador-Exoesqueleto de 6 Grados de Libertad para la rehabilitación física de miembros inferiores dentro del Grupo de Investigación en Bioingeniería GIEBI”, Trabajo de Titulación, Maestría en sistemas de Control y Automatización, ESPOCH 2019.
25. M. Veras, M. Duarte, “Joint forces and torques when walking in shallow water”, Institute of Physics and School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, *Journal of Biomechanics*, Volumen 44, Issue 6, 2011.
26. Dassault Systemes, “Análisis FEA.” [Online]. Available: [https://www.solidworks.es/sw/education/9624\\_ESN\\_HTML.htm](https://www.solidworks.es/sw/education/9624_ESN_HTML.htm). [Accessed: 28-Mar-2019].
27. ANSYS, “CFD.” [Online]. Available: <https://www.nysplm.com/ansys/calculo-fluidos-cfd.php>.
28. Portal de la Asociación de la Industria Eléctrica-electrónica Chile [Página principal en Internet], [actualizada en 2018]. [aprox. 7 pantallas]. Disponible en: <http://www.aie.cl>

# *Propuesta metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina*

*(Methodological proposal of electronic data interchange and clinical information based on telemedicine standards)*

P. Moreno<sup>(1)\*</sup>, G. Bastidas<sup>(2)</sup>, P. Moreno<sup>(3)</sup>

(1) Escuela de Gestión del Transporte, Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba

(2) Top Tech Advisors S.A., Quito

(3) Escuela de Ingeniería en Sistemas, Facultad de Informática y Electrónica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba

\*Correspondencia. Tel.: 0995663984, E-mail: xavier.moreno@esPOCH.edu.ec (P. X. Moreno Vallejo)

## **RESUMEN**

El avance de las tecnologías de la información ha permitido un cambio sustancial en el desarrollo de la Salud, por lo que el uso de estándares de telemedicina como el HL7 y CEN TC 251-13606 permiten que los sistemas de información médica se comuniquen vía mensajes estandarizados facilitando el uso de los mismos. El propósito de este estudio es crear una guía metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en el análisis de los estándares de telemedicina HL7 y CEN TC 251-13606 para mejorar la eficiencia de la gestión de Historias Clínicas de los pacientes. La metodología consta de 2 fases, la primera plantea el diseño e implementación del modelo de referencia de la Historia Clínica Electrónica, el mismo que define entidades necesarias en la construcción de una Historia Clínica Electrónica, en la fase 2 se define la arquitectura de la historia clínica especificando la estructura y semántica del documento mediante el lenguaje XML, el cual se utiliza en los procesos de gestión de las historias clínicas electrónicas dentro del sistema médico desarrollado. Este sistema permite control clínico a distancia facilitando la interacción médico-paciente. El sistema posee una aplicación web, una aplicación de escritorio y una plataforma hardware e-Salud. La aplicación de la metodología planteada mejora la eficiencia de la

gestión de historias clínicas, puesto que el 83.32% de los médicos de la clínica consideran que se agiliza el proceso de acceso, creación e ingreso de historias clínicas y reduce recursos en el proceso de control de pacientes domiciliarios.

**Palabras clave:** Telemedicina, HCE, HL7, CENTC 251-13606, e-Salud.

## **ABSTRACT**

The advance of Information and Communication Technologies has improved Health Care in last years; by providing new ways of accessing medical information. In particular, the use of telemedicine standards such as HL7 and CENTC 251-13606 allows standard communication, integration, and retrieval of electronic health records among medical systems. This article aims to create a methodological guide for the electronic exchange of clinical information based on telemedicine standards in order to improve the efficiency of electronic health records management. The proposed methodology consists of two phases: The first one states the design and implementation of the reference model of an electronic health records, which defines entities of the electronic health record. In phase 2, this methodology describes electronic health records architecture. The architecture is defined by the

structure and semantics of the document using XML. In order to test the proposed methodology, a medical system was implemented that consists of a web application, desktop application, and hardware platform e-Health. This system allows the electronic exchange of clinical information to ease patient-doctor interaction. The results show 83,32% of doctors at the clinic where the system was tested agree the proposed methodology for

electronic exchange improves the efficiency of electronic health records management since it speeds up the process of creation and retrieval of an electronic health records. Moreover, the system reduces resources in the control of home patients.

**Key Words:** *Telemedicine, EHR, HL7, CENTC 251-13606, e-Health.*

## 1. Introducción

Los avances tecnológicos han permitido un cambio sustancial en el desarrollo de diferentes áreas entre ellas el sector de la salud, por lo que hoy en día existe la Telemedicina, que facilita la prestación de servicios médicos a distancia mediante el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los sistemas médicos. Al ser la salud un servicio universal se requiere que los sistemas médicos hagan uso de estándares, que aumenten las oportunidades de mercado, reduzcan el costo de los equipos y servicios para los usuarios. Este argumento es aún más válido para la informática y telemática en el cuidado de la salud, donde a menudo se suministra al mercado productos demasiado personalizados, es decir, caros en desarrollo, costosos para comprar y con un ciclo de vida corto. Además, existe una proliferación de soluciones de intercambio de datos heterogéneas e incompatibles, lo que se traduce en mayores costos de mantenimiento y menor facilidad de uso, en consecuencia, la vinculación de diversos sistemas mediante interfaces estándar ha sido ampliamente reconocida como una necesidad. Los fabricantes de políticas de salud, involucrados en la efectividad médica y en la investigación de servicios de salud, reconocen que el desarrollo de definiciones estándar de datos médicos es esencial (1). Sin un estándar, la escalabilidad y la efectividad están significativamente limitadas. En un entorno basado en estándares, la necesidad de desarrollo personalizado se reduce significativamente y la integración se puede lograr a gran escala, permitiendo a los desarrolladores de sistemas de información clínica ofrecer a sus clientes la opción de integrarse con uno o más sistemas de información externos a través del mismo mecanismo estándar. (2)

La interoperabilidad semántica de los sistemas de Historias Clínicas Electrónicas (HCE) permite a los profesionales de la salud administrar la HCE completa de los pacientes, independientemente de las instituciones que generan cada sesión clínica, mejorando la calidad y la seguridad de la atención al paciente, la salud pública, la investigación clínica y la gestión de los servicios de salud. A partir del proyecto GEHR (The Good European Health Record) que planteó el diseño de una arquitectura electrónica de salud a fines de los años ochenta, varios países han estado realizando esfuerzos en la digitalización de las HCE. Como consecuencia de esos esfuerzos, se propusieron varias normas de HCE, incluyendo HL7 (Health Level Seven), OpenEHR (Open Electronic Health Record) e ISO EN 13606 (International Organization for Standardization). Las arquitecturas y estándares más avanzados de HCE se basan en la arquitectura dual basada en modelos, que define dos niveles conceptuales: modelo de referencia; y modelo de arquetipo. El modelo de referencia define el conjunto de entidades que forman el genérico de bloques de construcción de la HCE. Este modelo contiene las características no volátiles del registro electrónico de atención médica, por lo que la información clínica se define a este nivel (3). Por otro lado, los arquetipos son especificaciones de datos para conceptos clínicos únicos que

van desde datos simples, como la presión arterial, la temperatura o el pulso, hasta datos de nivel complejo como el registro del riesgo de una condición en una historia familiar (4).

Por lo tanto, los estándares para el intercambio electrónico de información clínica HL7, CEN TC 251 (Comité Europeo de Normalización Technical Committee 251), OpenEHR y DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) permiten que los sistemas de información médica se comuniquen vía mensajes estandarizados para facilitar el uso de los mismos. Los estándares permiten normalizar los procesos en el desarrollo de un sistema, y en sistemas médicos se ha vuelto indispensable su uso para el desarrollo de los mismos, debido a que en la actualidad se busca optimizar los servicios médicos para llevar a las instituciones médicas a un mejor futuro. En particular, el estándar HL7 es uno de los más conocidos y a pesar de que su propósito es simplificar las interfaces de comunicación para asegurar la integración e interoperabilidad de sistemas heterogéneos en el área de la salud, pocas instituciones de salud lo han adoptado en ciertas partes del mundo como China (5). Por otra parte, el estándar DICOM principalmente aborda la codificación y comunicación de imágenes. Los informes que presenta son estructurados y concisos, siendo fáciles de leer, dado que los elementos importantes son resaltados (6) El estándar DICOM define un objeto de información como el conjunto de datos que pueden ser transmitidos y que están organizados en grupos llamados módulos que se caracterizan por reunir datos de elementos relacionados con una misma entidad de información (7).

En la presente investigación se crea una guía metodológica para el intercambio electrónico de información clínica basada en el análisis de los estándares de telemedicina HL7 y CEN TC 251 13606, con el propósito de proveer un sistema médico estandarizado en el manejo eficiente de las historias clínicas de los pacientes. Adicionalmente, se aplica la metodología en un sistema médico que permite el control a distancia facilitando la interacción entre médicos y pacientes, el cual consta de una aplicación web, una aplicación de escritorio y una plataforma hardware e-Salud. El Modelo de Referencia de la HCE (MRHCE) propuesto en la metodología se plasma en la base de datos del sistema y la Arquitectura de la Historia Clínica Electrónica (AHCE) se utiliza en los procesos de gestión de historias clínicas electrónicas.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se definen conceptos de telemedicina, así como también se describe las fortalezas de los estándares y se detalla la metodología propuesta para el intercambio electrónico de información clínica. En la sección 3, se presentan los resultados obtenidos mediante pruebas realizadas con el sistema web implementado. Finalmente, en la sección 4 se discute y concluye los resultados de la investigación.

## **2. Materiales y Métodos**

En esta sección se detallan conceptos que serán utilizados a lo largo de este documento, se realiza un análisis comparativo de los estándares existentes para el intercambio electrónico de información clínica. Consiguientemente, se determinan las fortalezas de los estándares HL7 y CENTC 251 para finalmente usarlas como base en la creación de la propuesta metodológica que es aplicada en un sistema médico.

### *2.1. Preliminares*

Esta subsección contiene conceptos base de telemedicina y el análisis comparativo de los estándares utilizados en el intercambio electrónico de información clínica.

### 2.1.1. Telemedicina

La Telemedicina ha sido definida según la Organización Mundial de la Salud como “El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”(8).

En (9) se define a la telemedicina como a la prestación de asistencia sanitaria a distancia, donde las tecnologías de telemedicina han permitido a profesionales de la salud brindar atención médica a pacientes en lugares remotos. Gracias a los avances recientes en videoconferencia y al gran ancho de banda para la transmisión de datos, las aplicaciones de telemedicina incorporan procedimientos complejos y flujos de información con interfaces de usuario más sofisticadas.

### 2.1.2. Estándares de Telemedicina

Existen estándares utilizados en la telemedicina para compartir información clínica, que se enfocan en el intercambio de:

- ✓ Historias clínicas (CEN TC 251 13606, OpenEHR),
- ✓ Documentos clínicos (HL7),
- ✓ Imágenes médicas (DICOM).

Los estándares además facilitan el acceso y almacenamiento de la información clínica. Por lo cual, al tener un acceso estandarizado a las historias clínicas de forma electrónica posterior a las consultas médicas, brinda una fuente importante de información que posibilita a futuras investigaciones la oportunidad de crear nuevas terapias basada en la información clínica histórica, acelerar el aprendizaje de ciclos de salud, entre otros (10)

*Tabla 1. Comparativo de los estándares de Telemedicina*

CARACTERISTICAS	ESTANDARES			
	HL7	CEN TC 251 13606	OpenEHR	DICOM
Tiene un modelo de referencia de información	*	*	*	
Posee un modelo de arquetipos		*	*	
Contempla el uso de sintaxis XML	*			
Utiliza principios de orientación a objetos y Lenguaje Unificado	*	*	*	
Uso de codificaciones internacionales	*			*
Definición del formato de fichero	*			*
Estándar específico para la creación de una HCE		*	*	
Especificaciones de seguridad de los datos de una HCE	*	*		
Especificación de intercambio de imágenes clínicas				*

En la Tabla 1 se comparan los estándares HL7, CEN TC 251 13606, OpenEHR y DICOM en base a factores que determinan la forma de intercambio de información clínica.

Los estándares HL7, ISO CEN TC 251 13606 y OpenEHR poseen un modelo de referencia que define las entidades requeridas en un documento clínico; en cambio el estándar DICOM no especifica un modelo de referencia que es necesario para definir cada uno de los componentes de una historia clínica.

Los estándares HL7 e ISO CEN TC 251 13606 a diferencia de los estándares OpenEHR y DICOM, se preocupan de la especificación de la seguridad que deben tener los documentos clínicos.

Los estándares HL7, ISO CEN TC 251 13606 y OpenEHR poseen principios de orientación a objetos; mientras que el estándar DICOM no utiliza estos principios debido a que se enfoca en definir los protocolos de comunicación y no en los objetos que conforman una historia clínica.

El estándar HL7 usa documentos XML en la definición de la estructura y semántica de los documentos clínicos, lo que facilita el intercambio de información entre sistemas diferentes, generando interoperabilidad; mientras los estándares OpenEHR e ISO CEN TC 251 13606 usan un modelo de arquetipos que se define mediante ADL (Lenguaje de Definición de Arquetipos) que no posee soporte directo a ontologías médicas formales siendo un impedimento para proporcionar una interoperabilidad semántica entre sistemas.

A partir de la comparación realizada se determina que los estándares más adecuados para la investigación son el HL7 y el ISO CEN TC 251 13606, en los cuales se basa la metodología de intercambio electrónico de información clínica. A continuación, se detallan los dos estándares seleccionados.

#### *2.1.2.1. Estándar HL7*

HL7 es una organización sin fines de lucro que desarrolla estándares que minimizan las incompatibilidades entre sistemas de información en salud, permitiendo la interacción y el intercambio productivo de datos entre aplicaciones heterogéneas, independientemente de su plataforma tecnológica o de su lenguaje de desarrollo. Esta iniciativa comenzó en 1987 en base a la necesidad de normalizar las interfaces entre los múltiples sistemas heterogéneos de información, y rápidamente se convirtió en el estándar de facto para el intercambio electrónico de datos clínicos y administrativos en los Servicios de Salud de los Estados Unidos. (11)

Un componente fundamental en el estándar es el Clinical Document Architecture (CDA) que surge para dar respuesta a la necesidad de intercambio de historias clínicas electrónicas de manera estandarizada entre sistemas. El documento HL7 CDA especifica la estructura y semántica de un documento clínico con el propósito de intercambio mediante un documento XML (12). Se compone de una cabecera “CDA Header” y un cuerpo “CDA Level One Body”. La cabecera permite identificar, clasificar al documento y provee de información del paciente, proveedores, autenticación y las relaciones del documento con órdenes. El cuerpo en cambio contiene la información clínica del sujeto del documento, por lo general de un paciente (13). El CDA provee un estado de confidencialidad de información para ayudar a los sistemas en la gestión del acceso a los datos sensibles. El estado de confidencialidad puede aplicarse a todo un documento o a un segmento específico del documento. (13)

Otro componente importante es el Modelo de Información de Referencia (RIM) creado para los datos de atención de la salud. Este modelo está basado en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) (14) y se compone de un conjunto genérico de clases a partir de las cuales se derivan las clases de salud más específicas.

#### *2.1.2.2. Estándar CEN TC 251 13606*

El objetivo general del estándar es definir una arquitectura rigurosa y estable de información para comunicar una parte o la totalidad de la HCE de un solo paciente. De esta forma es posible crear interoperabilidad de sistemas y componentes que necesitan comunicar (acceder, transferir, añadir o modificar) datos de una HCE a través de mensajes electrónicos. (15,16) El estándar plantea un modelo dual, compuesto del modelo de referencia y el modelo de arquetipos (17).

La primera parte 13606-1 del estándar CEN TC 251 13606 se refiere al modelo de referencia, el cual se encarga de representar las características globales de los componentes de las historias clínicas. El modelo define el conjunto de clases que forman los bloques de construcción genéricos de las HCE, los cuales reflejan las características estables de una historia clínica electrónica. (15, 18)

La segunda parte 13606-2 del estándar CEN TC 251 13606 se refiere al modelo de arquetipos en donde se especifica los metadatos utilizados para definir los patrones de las características específicas de los datos clínicos que representan los requerimientos de cada profesión particular, especialidad o servicio. (18,19)

#### *2.2. Análisis Descriptivo de las fortalezas de los Estándares HL7 y CEN TC 251 13606*

En esta sección se describen las fortalezas de los Estándares HL7 y CEN TC 251 13606, las mismas que son la referencia en la creación de la guía metodológica de intercambio electrónico de información clínica.

##### **Realizado el análisis del estándar HL7, sus fortalezas son:**

HL7 –a) El estándar HL7 es el estándar más utilizado a nivel mundial, y al estar orientado a normalizar el intercambio electrónico de información clínica permite que los sistemas médicos desarrollados con este estándar incrementen su interoperabilidad, ya sea entre sistemas de una misma institución médica e incluso permite la comunicación entre sistemas de instituciones de salud diferentes.

HL7 –b) El estándar HL7 define un modelo de referencia de información RIM que hace uso de diagramas de UML, lo que facilita la comprensión del modelo y de cada una de las clases que lo componen.

HL7 –c) El RIM define un conjunto de clases principales y subclases siendo estas opcionales según la necesidad del usuario al momento de implementar el estándar.

HL7 –d) El documento CDA del estándar HL7 se basa en el formato XML, lo cual ayuda a que el documento clínico se encuentre estructurado, validado y restringido mediante un

esquema de definición del tipo de documento (DTD) XML.

HL7 –e) Este estándar integra terminologías médicas universales como LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) y SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine), utilizadas para registros de salud electrónicos, lo que permite tener dominios de vocabularios médicos usados en la mayoría de los países del mundo.

HL7 –f) El CDA del estándar HL7 permite realizar una legalización del documento y mantener un estado de confidencialidad de acceso al mismo.

HL7 –g) El estándar HL7 muestra una correlación directa entre el CDA y el RIM, por lo que los elementos XML de la arquitectura del documento clínico se basan o hacen referencia a una clase o subclase del Modelo de Referencia, facilitando la interpretación del documento.

HL7 –h) Actualmente existe una versión libre del estándar, lo que permite la descarga gratuita de los documentos de implementación del mismo, además es independiente de la plataforma y tecnología usada en el desarrollo de un software.

### **Las fortalezas del Estándar CEN TC 251 13606 son las siguientes:**

CEN 13606 –a) La principal fortaleza de este estándar es su resistencia a cambios y que es ampliable gracias a su modelo de arquetipos sin la necesidad de realizar modificaciones sobre el modelo de referencia, el cual es estable.

CEN 13606 –b) Posibilidad de reutilizar los arquetipos, debido a que se puede definir primero un arquetipo genérico y después a partir de ese se puede definir un arquetipo especializado a un dominio más específico, pero manteniendo siempre una compatibilidad semántica entre ellos. Los arquetipos también pueden agregarse, debido a que se puede construir un arquetipo complejo utilizando definiciones de otros arquetipos específicos.

CEN 13606 –c) Este estándar plantea un modelo dual que permite separar la información que no va a cambiar de una HCE en el tiempo mediante el modelo de referencia y los conceptos médicos que puede variar mediante el modelo de arquetipos.

CEN 13606 –d) El estándar establece un conjunto de clases opcionales en el modelo de referencia que dan libertad al usuario de implementar solo las necesarias para un sistema específico de manejo de HCE.

CEN 13606 –e) El modelo de arquetipos puede establecer restricciones sobre el modelo de referencia, pero estas no pueden sobreponerse a las restricciones previamente establecidas por el modelo de referencia, asegurando de esta forma la integridad de la información.

CEN 13606 –f) El estándar permite organizar la información de las historias clínicas para facilitar su manejo y comprensión mediante carpetas y secciones que se especifican en el modelo de referencia, estos dos componentes organizan la información por visita clínica y por la atención prestada.

CEN 13606 –g) El estándar mantiene niveles de seguridad sobre la información que se

maneja, debido a que existe un gran número de usuarios potenciales de los datos de una HCE. Mediante un modelo de control de acceso se puede permitir o restringir el acceso a una persona basándose en el rol que desempeña.

### 2.3. Metodología de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina

En esta sección se describe la metodología propuesta para el intercambio electrónico de información clínica (21). La metodología se encuentra basada en las fortalezas de los estándares analizados en la sección anterior.

La metodología se describe en dos fases, cada fase con subfases como se muestra en la Fig. 1.

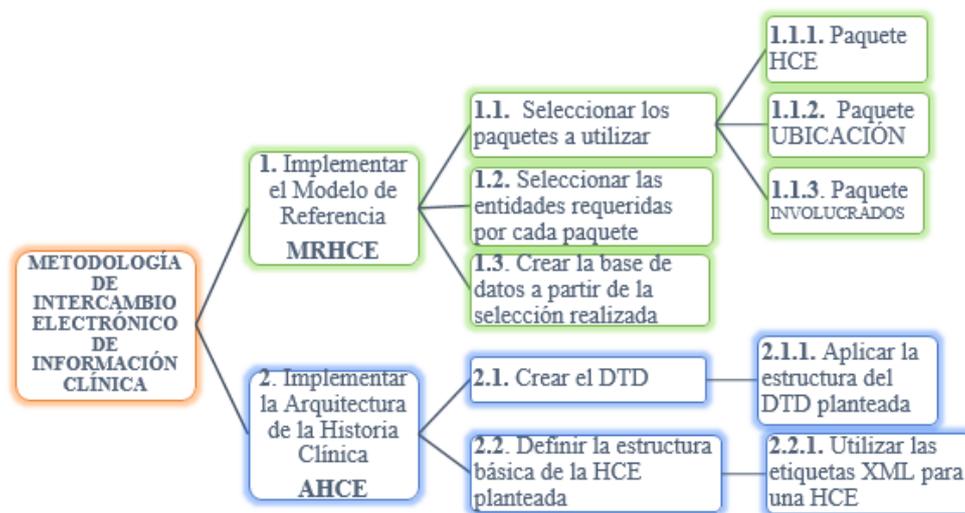


Fig. 1. Metodología de intercambio de información clínica

#### 2.3.1. Fase I: Implementación del Modelo de Referencia de la Historia Clínica

En esta fase se define el diseño e implementación del Modelo de Referencia (MRHCE). El modelo de referencia de la metodología planteada se basa en el modelo de referencia del estándar CEN TC 251, el mismo que define las entidades necesarias en la construcción de una historia clínica electrónica, por lo que contiene entidades como paciente, profesional de la salud, la organización y dependencia donde se emite la HCE y cada uno de los componentes de los cuales se conforma, siendo estos: composiciones, entidades y elementos. El modelo está compuesto por 12 entidades agrupadas en tres paquetes: HCE, Ubicación e Involucrados como se muestra en la Fig. 2.

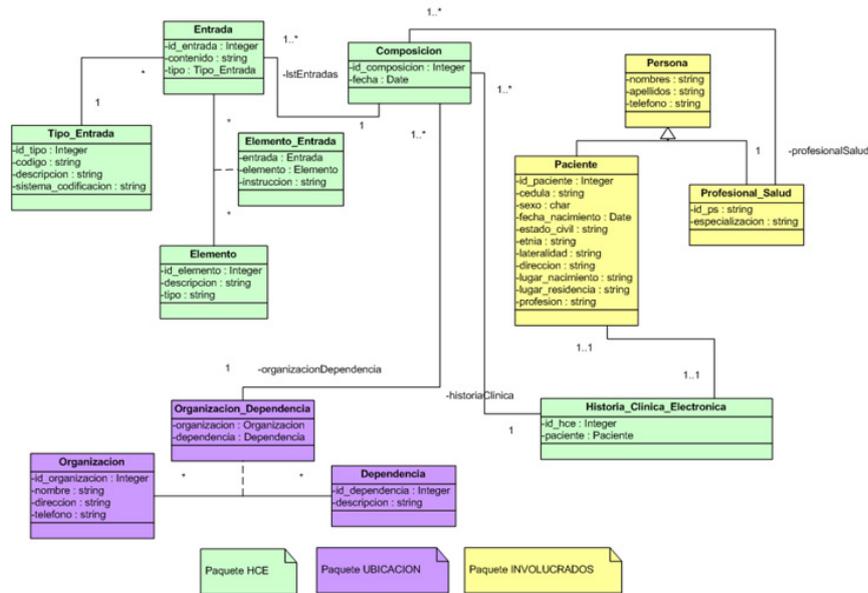


Fig. 2. Modelo de Referencia de la HCE

El paquete HCE representa la estructura jerárquica de una historia clínica electrónica. Está compuesto por la entidad Composición, Entrada, Tipo\_Entrada, Elemento, Elemento\_Entrada e Historia\_Clinica\_Electrónica. La entidad Composición representa un encuentro clínico entre un paciente y un médico en una fecha y hora determinada. Esta entidad se relaciona con otras entidades de los otros paquetes para determinar el profesional de la salud que prestó el servicio médico, la historia clínica a la que se anexa la composición, la organización y dependencia en donde se realizó la composición y las entradas que se desarrollaron en el encuentro médico. La entidad Entrada representa la información clínica registrada de un paciente en un encuentro médico. Esta entidad se relaciona con otras entidades del paquete HCE para conocer el tipo de información que contiene una entrada, por ejemplo, para determinar la información de antecedentes patológicos familiares o para conocer si una entrada posee o no elementos que pueden ser exámenes o medicamentos. La entidad Tipo\_Entrada representa el tipo de información que contiene una entrada, por lo que permite la clasificación de las entradas por antecedentes patológicos familiares, antecedentes patológicos quirúrgicos, motivo de la consulta, entre otros. La entidad Elemento representa un componente que se puede encontrar dentro de una entrada como por ejemplo un medicamento, un examen o los signos vitales de un paciente. La entidad Elemento\_Entrada representa la relación entre una entrada y un elemento. La entidad Historia\_Clinica\_Electrónica representa la HCE de un paciente. En la Tabla 2 se describe los atributos de cada entidad.

Tabla 2. Atributos de Entidades del Paquete HCE

ENTIDAD	ATRIBUTOS		
	Nombre	Tipo de dato	Documentación
Composición	id_composicion	Integer	Identificador único para la composición.
	Fecha	Date	Fecha en la que se realizó una composición

Entrada	id_entrada	Integer	Identificador único de una entrada
	Contenido	String	Descripción de la entrada.
	Tipo	Tipo_Entrada	Tipo de entrada registrada.
Tipo_Entrada	id_tipo	Integer	Identificador único de un tipo de entrada
	Código	String	Código definido por el Sistema de Codificación Utilizado
	Descripción	String	Descripción del tipo de entrada
	sistema_codificacion	String	Sistema de codificación utilizado para definir el tipo de entrada.
Elemento	id_elemento	Integer	Identificador único de un elemento
	Descripción	String	Detalle del elemento
	Tipo	String	Tipo del elemento
Elemento_Entrada	entrada	Entrada	Entrada que se relaciona con un elemento
	elemento	Elemento	Elemento que se relaciona con una entrada
	instruccion	String	Descripción de la instrucción específica de un elemento.
Historia_Clinica_Electronica	id_hce	Integer	Identificador único de una historia clínica electrónica
	paciente	Paciente	Paciente al que pertenece la Historia Clínica

El paquete UBICACIÓN representa la información del lugar donde se genera una historia clínica electrónica o dónde se añade un nuevo registro a una historia clínica electrónica existente. Este paquete está compuesto de las entidades Organización, Dependencia y Organización\_Dependencia. La entidad Organización representa a una institución de la salud. La entidad Dependencia a un departamento o dependencia dentro de una institución de la salud. La entidad Organización\_Dependencia representa la pertenencia de una dependencia a una organización. Los atributos de cada entidad se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Atributos de Entidades del Paquete UBICACIÓN.

ENTIDAD	ATRIBUTOS		
	Nombre	Tipo de dato	Documentación
Organización	id_organizacion	Integer	Identificador único de una organización.
	Nombre	String	Nombre de la organización.
	Dirección	String	Dirección de la organización.
	Teléfono	String	Número telefónico de contacto de la organización.
Dependencia	id_dependencia	Integer	Identificador único de una dependencia.
	Descripción	String	Descripción de la dependencia.
Organización_Dependencia	Organización	Organización	Organización a la cual se le asocia una o varias dependencias
	Dependencia	Dependencia	Dependencia que existe en una o varias organizaciones.

El paquete INVOLUCRADOS representa a las personas que ofrecen y reciben un servicio médico en una institución de salud. Hay tres opciones para implementar las entidades de este paquete: como una sola entidad denominada Persona, como dos entidades Paciente y Profesional\_salud o como tres entidades Persona, Paciente y Profesional\_salud. La entidad Persona incluye los datos comunes en paciente y profesional de la salud, por ejemplo, nombre y apellido. La entidad Paciente posee toda la información relevante de un paciente dentro de una institución de salud. La entidad Profesional\_salud permite identificar a un profesional de la salud que estará encargado de realizar las historias clínicas de los pacientes. La tabla 4 describe los atributos de las entidades de este paquete.

Tabla 4. Atributos de Entidades del Paquete INVOLUCRADOS.

ENTIDAD	ATRIBUTOS		
	Nombre	Tipo de dato	Documentación
Persona	Nombres	String	Nombres de la persona.
	Apellidos	String	Apellidos de la persona.
	Teléfono	String	Número telefónico de la persona.
Paciente	id_paciente	Integer	Identificador único de un paciente.
	Cedula	String	Identificador personal del paciente.
	Sexo	String	Género del paciente
	fecha_nacimiento	Date	Fecha de nacimiento del paciente.
	estado_civil	String	Estado civil del paciente.
	Etnia	String	Etnia del Paciente.
	Lateralidad	String	Lateralidad del Paciente.
	Dirección	String	Dirección del domicilio del Paciente.
	Teléfono	String	Número telefónico del paciente.
	lugar_nacimiento	String	Lugar de Nacimiento del paciente.
	lugar_residencia	String	Lugar de Residencia del Paciente.
	Profesión	String	Ocupación profesional del paciente.
	Profesional_Salud	id_ps	String
especializacion		String	Especialidad del médico.

Una vez definido el modelo de referencia se procede a crear una base de datos usando el mismo para permitir el almacenamiento de la información de la HCE de una manera estructurada.

### 2.3.2. Fase II: Arquitectura de la Historia Clínica

La Arquitectura de una Historia Clínica Electrónica (AHCE) se define basada en el CDA del estándar HL7, puesto que el CDA es un documento XML que especifica la estructura y semántica de un documento clínico, y se deriva del modelo de referencia RIM. La AHCE se codifica en documentos XML derivándose del modelo de referencia planteado en la metodología Fase I. Los documentos XML facilitan el intercambio de información, todo documento XML se valida mediante un DTD (document type definition).

El DTD se compone de las etiquetas ELEMENT y ATTLIST, las mismas que se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Etiquetas DTD para HCE

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	TIPO	VALOR
ELEMENT	Elemento xml	<b>#PCDATA:</b> Define elementos XML de contenido mixto. (20)	
ATTLIST	Atributo del elemento	<b>NMTOKEN:</b> El dato es un nombre de XML válido. (20) <b>CDATA:</b> El dato es un caracter.	<b>#REQUIRED:</b> Atributo requerido <b>#IMPLIED:</b> Atributo opcional

A continuación, se muestra la estructura planteada del DTD:

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<!ELEMENT historiaclinica (historia_clinica_body|historia_clinica_header)*>
<!ELEMENT historia_clinica_header (pacientelidentificador_hce)*>
<!ELEMENT identificador_hce (#PCDATA)>
<!ELEMENT paciente (#PCDATA |profesión |teléfono |cedula |nombres |apellidos |sexo |fechaNac |estadoCivil |etnia |religión |lateralidad |lugarNacimiento |lugarResidencia |direccion)*>
<!ATTLIST paciente id NMTOKEN #REQUIRED >
<!ELEMENT cedula (#PCDATA)>
<!ELEMENT nombres (#PCDATA)>
<!ELEMENT apellidos (#PCDATA)>
<!ELEMENT sexo (#PCDATA)>
<!ELEMENT fechaNac (#PCDATA)>
<!ELEMENT estadoCivil (descripcion)*>
<!ATTLIST estadoCivil id NMTOKEN #IMPLIED >
<!ELEMENT descripcion (#PCDATA)>
<!ELEMENT etnia (descripcion)*>
<!ATTLIST etnia id NMTOKEN #IMPLIED>
<!ELEMENT religion (#PCDATA)>
<!ELEMENT lateralidad (#PCDATA)>
<!ELEMENT lugarNacimiento (#PCDATA)>
<!ELEMENT lugarResidencia (#PCDATA)>
<!ELEMENT direccion (#PCDATA)>
<!ELEMENT telefono (#PCDATA)>
<!ELEMENT profesion (#PCDATA)>
<!ELEMENT historia_clinica_body (composicion)+>
<!ELEMENT composicion (entrada|dependencia|organizacion|profesionalSalud)+>
<!ATTLIST composicion id CDATA #REQUIRED fecha CDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT profesionalSalud (especialidad|apellidos|nombres)*>
<!ATTLIST profesionalSalud id CDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT especialidad (#PCDATA)>
<!ELEMENT organizacion (telefono|direccion|nombre)*>
<!ELEMENT nombre (#PCDATA)>
<!ELEMENT dependencia (descripcion)*>
<!ELEMENT entrada (elemento|contenido|tipo_entrada)*>
  
```

```

<!ATTLIST entrada id_tipo CDATA #REQUIRED id CDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT tipo_entrada (#PCDATA)>
<!ATTLIST tipo_entrada codigo CDATA #IMPLIED codificacion CDATA #IMPLIED >
<!ELEMENT contenido (#PCDATA)>
<!ELEMENT elemento (#PCDATA)>
<!ATTLIST elemento indicacion CDATA #IMPLIED tipo NMTOKEN #REQUIRED >
  
```

Para especificar el DTD en el documento XML se debe usar la siguiente etiqueta: `<!DOCTYPE historiaclinica SYSTEM "DocumentTypeDefinition.dtd">` donde "DocumentTypeDefinition.dtd" especifica el DTD del documento, es decir el nombre o la ruta en la que se encuentra el DTD creado.

Una vez definido el DTD, se tiene la siguiente estructura básica de la AHCE:

El elemento **<historiaclinica>** es el elemento raíz de la AHCE y contiene una cabecera **<historia\_clinica\_header>** que especifica la información de la HCE y del paciente, además posee un cuerpo **<historia\_clinica\_body>** que contiene la información clínica como se muestra en la Fig. 3.



Fig. 3. Estructura General AHCE.

La cabecera permite identificar al documento. La sintaxis de la cabecera se muestra en la Fig. 4.

```

<historiaclinica>
  <!--CABECERA DEL DOCUMENTO-->
  <historia_clinica_header>
    <identificador_hce> </identificador_hce>
    <paciente id="">
      <cedula> </cedula>
      <nombres> </nombres>
      <apellidos> </apellidos>
      <sexo></sexo>
      <fechaNac></fechaNac>
      <estadoCivil id="">
        <descripcion></descripcion>
      </estadoCivil>
      <etnia id="">
        <descripcion> </descripcion>
      </etnia>
      <religion> </religion>
      <lateralidad> </lateralidad>
      <lugarNacimiento> </lugarNacimiento>
      <lugarResidencia> </lugarResidencia>
      <direccion> </direccion>
      <telefono> </telefono>
      <profesion> </profesion>
    </paciente>
  </historia_clinica_header>
  <historia_clinica_body>
    <!--CUERPO DEL DOCUMENTO-->
  </historia_clinica_body>
</historiaclinica>
  
```

Fig. 4. Sintaxis de la Cabecera AHCE.

El cuerpo del documento está compuesto por elementos **<composicion>** los cuales describen el resultado y el entorno del servicio médico. La sintaxis del cuerpo del documento se muestra en la Fig. 5.

```

<historiaclinica>
  <historia_clinica_header>
    <!--CABECERA DEL DOCUMENTO-->
  </historia_clinica_header>
  <!--CUERPO DEL DOCUMENTO-->
  <historia_clinica_body>
    <composicion fecha="" id="">
      <profesionalSalud id="">
        <nombr></nombr>
        <apellidos></apellidos>
        <especialidad></especialidad>
      </profesionalSalud>
      <organizacion>
        <nombre> </nombre>
        <direccion></direccion>
        <telefono></telefono>
      </organizacion>
      <dependencia>
        <descripcion></descripcion>
      </dependencia>
      <entrada id="" id_tipo="">
        <tipo_entrada codificacion="" codigo="">
          <contenido></contenido>
        </tipo_entrada>
      </entrada>
    </composicion>
  </historia_clinica_body>
</historiaclinica>
  
```

Fig. 5. Sintaxis General del Cuerpo AHCE.

El elemento **<profesionalSalud>** registra el médico que ofreció el servicio de salud, permitiendo llevar un control de los autores de la composición. El elemento **<organizacion>** registra la institución de salud en la cual se ofrece los servicios médicos. El elemento **<dependencia>** registra el departamento o dependencia de la institución de salud, por ejemplo, Cardiología. El elemento **<entrada>** registra la información clínica de un paciente en la HCE, contiene un **<tipo\_entrada>** y **<contenido>** de forma obligatoria, y puede o no contener uno o varios componentes **<elemento>**. El elemento **<tipo\_entrada>** contiene un texto plano que define a la entrada, posee el atributo Codificación que indica el sistema de codificación reconocido por HL7 tal como LOINC o SNOMED y el atributo Código que es definido por el estándar HL7. Los tipos de entrada de una HCE son 9 y se encuentran definidos por un dominio de vocabulario para **<tipo\_entrada>** especificado en la Tabla 6, el cual hace referencia al elemento **<caption\_cd>** del documento CDA del estándar HL7.

Tabla 6. Dominio de Vocabulario para <tipo\_entrada>.

ID	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SISTEMA DE CODIFICACIÓN
1	MOTIVO DE LA CONSULTA	10154-3	LOINC
2	ENFERMEDAD ACTUAL	0	ND
3	ANTECEDENTES PATOLÓGICOS PERSONALES	10156-8	LOINC
4	ANTECEDENTES PATOLÓGICOS FAMILIARES	10157-6	LOINC
5	ANTECEDENTES QUIRÚRGICOS	10167-5	LOINC
6	ALERGIAS	10155-0	LOINC
7	EXAMEN FÍSICO	11384-5	LOINC
8	DIAGNÓSTICO	0	ND
9	TRATAMIENTO	0	ND

Finalmente, el elemento **<contenido>** registra la descripción de la entrada.

#### 2.4. Aplicación de la Metodología Propuesta en el Sistema Médico para control de pacientes domiciliarios

En esta sección se detalla la aplicación de la metodología propuesta para el intercambio electrónico de información clínica en el desarrollo de un sistema web médico para control de pacientes domiciliarios el mismo que fue probado en la clínica Riobamba.

Mediante el Sistema Web Médico se permite controlar a pacientes domiciliarios vía online, utilizando sensores biométricos no invasivos para la toma de signos vitales a través de la plataforma hardware e-Salud, la misma que envía la información al computador del paciente, el cual posee una aplicación de escritorio desarrollada en Java que permite almacenar la información en un servidor de base de datos, para poder ser visualizada por los médicos a través de la aplicación web. La aplicación web se basa en la metodología de intercambio electrónico de información clínica y fue desarrollada en el lenguaje de programación Java con JSP y JSF. El flujo de envío y recepción de la información de la HCE de un paciente se muestra en la Fig. 6. La clínica Riobamba va a controlar a pacientes domiciliarios vía online, utilizando sensores biométricos no invasivos para la toma de signos vitales a través de la plataforma hardware e-Salud, que envía la información al computador del paciente, el cual posee una aplicación de escritorio que permite almacenar en el servidor de base de datos que se encuentra en Internet. Una vez que los datos se encuentran en el servidor, pueden ser visualizados por dispositivos electrónicos (laptops, smartphones, tablets, etc) con acceso a Internet mediante la aplicación web médica, brindando disponibilidad total de la información clínica sin importar la ubicación geográfica en la que se encuentren los médicos. La aplicación web médica también permite la creación, acceso e inserción de nuevos registros a una historia clínica electrónica.

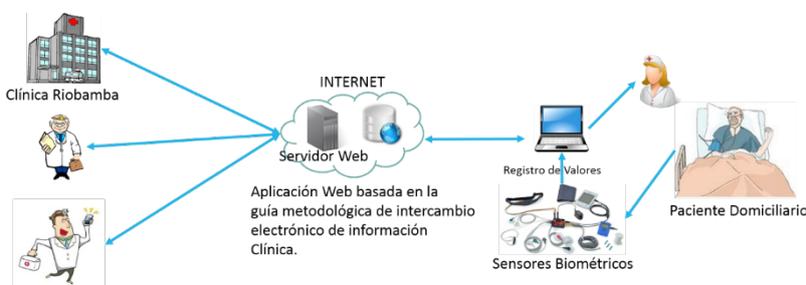


Fig. 6. Metodología de intercambio de información clínica.

El diseño del sistema medico está compuesto por el diseño de la base de datos basado en el Modelo de Referencia MRHCE (Fase 1 de la metodología planteada) y el diseño de la arquitectura del sistema. La Tabla 7 muestra la correlación entre las tablas de la base de datos y las entidades del modelo de referencia implementadas para este sistema. Para la administración, integridad y manejo del sistema, se agregaron las tablas usuario, etnia, estado\_civil y signos\_vitales.

Tabla 7. Correlación entre las tablas de la base de datos y las entidades del modelo de referencia.

TABLA	ENTIDAD DEL MRHCE
<b>Composición</b>	Composicion
<b>Entrada</b>	Entrada
<b>tipo_entrada</b>	Tipo_Entrada

<b>Elemento</b>	Elemento
<b>elemento_entrada</b>	Elemento_Entrada
<b>Organización</b>	Organizacion
<b>Dependencia</b>	Dependencia
<b>organización_dependencia</b>	Organización_Dependencia
<b>historia_clinica</b>	Historia_Clinica_Electronica
<b>Paciente</b>	Paciente
<b>profesional_salud</b>	Profesional_Salud
<b>-</b>	Persona
<b>estado_civil</b>	-
<b>Etnia</b>	-
<b>signos_vitales</b>	-
<b>Usuario</b>	-

El sistema consta de una aplicación web compuesta de los módulos: Médico, Paciente y Administrador; y una aplicación de escritorio compuesta de los módulos: Autenticación y Serial. La AHCE que corresponde a la fase 2 de la metodología se encuentra aplicada en los módulos de Paciente y Médico. Específicamente, en el módulo Médico, cuando se crea una historia clínica, el sistema almacena la información en la base de datos y genera un documento XML, el cual hace uso de la AHCE y DTD de la guía metodológica, este documento es el que permite el intercambio de información clínica entre distintos sistemas médicos. En el módulo Paciente, se permite a los pacientes visualizar cierta información de su historia clínica obtenida desde el documento XML-AHCE, por ejemplo, el tratamiento indicado por el médico.

La Fig. 7. muestra la pantalla para agregar visita médica. Mientras que la toma de signos vitales mediante la plataforma e-Salud se muestra en la Fig. 8.

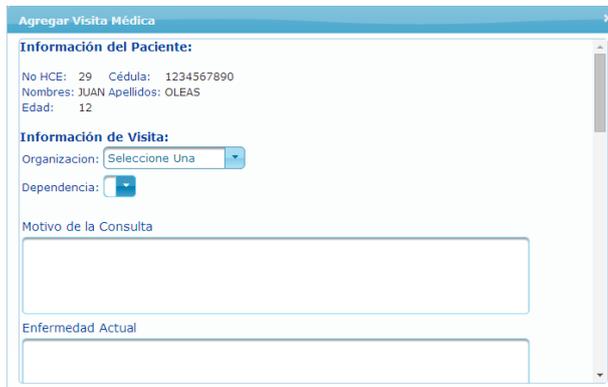


Fig. 7. Ventana Agregar Visita.

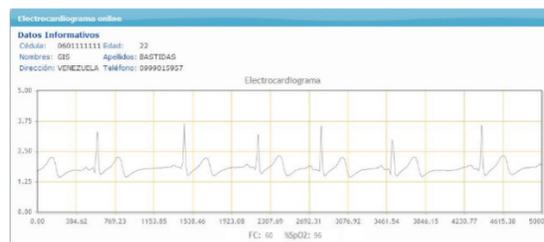


Fig. 8. Toma de Signos Vitales.

### 3. Resultados y Discusión

La gestión de las historias clínicas se basa en tres procesos principales que son Creación, Acceso e Inserción de nuevos registros de información clínica, a su vez requiere un correcto almacenamiento y autorización de visualización, puesto que el acceso a este tipo de documento clínico debe ser restringido.

Para realizar el análisis de resultados se definió el procedimiento que se presenta en la Fig. 9.



Fig. 9. Procedimiento del Análisis de Resultados

Se definieron los siguientes procesos y criterios para su evaluación:

- Proceso de acceso y visualización
- Proceso de creación
- Proceso de inserción de nuevos registros
- Proceso de control de pacientes domiciliarios
- Criterios de seguridad y control de acceso al documento clínico.

La medición de tiempos de operación se realizó mediante la observación de cada uno de los procesos de gestión de las historias clínicas que realizan los médicos en un encuentro clínico, de esta forma se definió la línea base del análisis y los resultados. También se realizó la toma del tiempo requerido en cada uno de los procesos analizados mediante un cronómetro, registrándose los tiempos de creación, visualización y actualización de una Historia Clínica; así como el tiempo de visita clínica a un paciente domiciliario.

Para medir la satisfacción del usuario referente al sistema médico implementado se utilizó como instrumentos: la encuesta basada en la escala de Likert y la entrevista. Las cuales fueron aplicadas a 4 médicos de la Clínica Riobamba encargados de la gestión de las historias clínicas. Los tiempos de creación, visualización y actualización de una Historia Clínica fueron tomados para 30 pacientes.

Se recibió una respuesta positiva por parte de los médicos referente a la agilización del proceso de creación, visualización y actualización de las historias clínicas, debido a que el tiempo en promedio de gestión de una historia clínica de forma electrónica fue menor al tiempo requerido para la gestión de la misma de forma manual. Los médicos consideraron que la diferencia entre el tiempo necesario para la creación de una historia clínica de forma electrónica y manual puede incrementar con la familiarización en el manejo de la computadora por parte del personal médico. Adicionalmente, los médicos consideran que la mejora actual del 20.5% en el tiempo de creación de una historia clínica por paciente ya genera un proceso más

ágil cuando el número de pacientes es alto. La Tabla 8 muestra los tiempos promedios obtenidos durante la gestión de las historias clínicas de los pacientes.

*Tabla 8. Tiempo de Gestión de historias clínicas con sistema vs. manual.*

PROCESO	MANUAL	CON SISTEMA
	Tiempo Promedio (minutos)	Tiempo Promedio (minutos)
Tiempo de creación	10	7.95
Tiempo de visualización	5	3
Tiempo de actualización	5	2
Tiempo de atención a domicilio	35	10

La tabla 9. muestra los resultados obtenidos durante las encuestas realizadas a cuatro médicos de la clínica Riobamba, considerando la valoración en la escala de Likert en relación con los procesos evaluados en este estudio. El porcentaje representa el aporte de cada uno de los procesos al total de la valoración en la escala que se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje del proceso} = \frac{Fa}{N_M} \times \frac{1}{N_P} \times 100\%$$

Donde: Fa = Frecuencia Absoluta de Médicos,  $N_M$  = Número total de médicos y  $N_P$  = Total de Procesos. En este estudio  $N_M$  corresponde a 4 médicos y  $N_P$  corresponde a 9 procesos evaluados

*Tabla 9. Tabla resumen de Resultados*

Procesos	Totalmente de acuerdo		De acuerdo		Indiferente		En desacuerdo		Totalmente en desacuerdo	
	Fa	%	Fa	%	Fa	%	Fa	%	Fa	%
<b>Acceso HCE</b>	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Creación HCE</b>	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
<b>Ingreso HCE</b>	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
<b>Control Web</b>	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
<b>Control sin Movilización</b>	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Seguridad HCE</b>	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pérdida de HCE</b>	2	5.56	2	5.56	0	0	0	0	0	0
<b>Reducción de recursos</b>	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
<b>Toma de signos vitales</b>	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		83.32		16.68						

El resumen de los resultados obtenidos durante las encuestas y entrevistas referente a la gestión de las historias clínicas, así como también a la reducción de recursos y toma de

signos vitales de pacientes domiciliarios se muestra en la Fig. 10. Estos resultados indican que el 83.32% del personal médico de la Clínica Riobamba está totalmente de acuerdo y el 16,68% se encuentra de acuerdo en que existe mejora de la eficiencia en el manejo de una HCE, puesto que consideran que el Sistema Médico de Control de Pacientes Domiciliarios basado en la metodología de intercambio electrónico de información clínica ha agilizado el proceso de acceso, creación e ingreso de las historias clínicas de los pacientes, debido a que automatiza la búsqueda de la información clínica y permite crear e ingresar una historia clínica de manera electrónica en un documento XML-AHCE basado en el modelo de referencia de la HCE, a su vez en cada registro de una Historia Clínica Electrónica se crea al médico como autor y responsable de la información registrada. Las historias clínicas son reservadas, por lo que el sistema lleva un control de acceso mediante la autenticación de médicos y pacientes, restringiendo dicha información clínica según el rol del usuario. Además, permite llevar un control de los pacientes domiciliarios gracias a la toma de signos vitales a través de los sensores biométricos conectados a la plataforma hardware e-Salud sin la necesidad de acudir al domicilio del paciente y da la posibilidad de visualizar esta información mediante la Web en tiempo real.

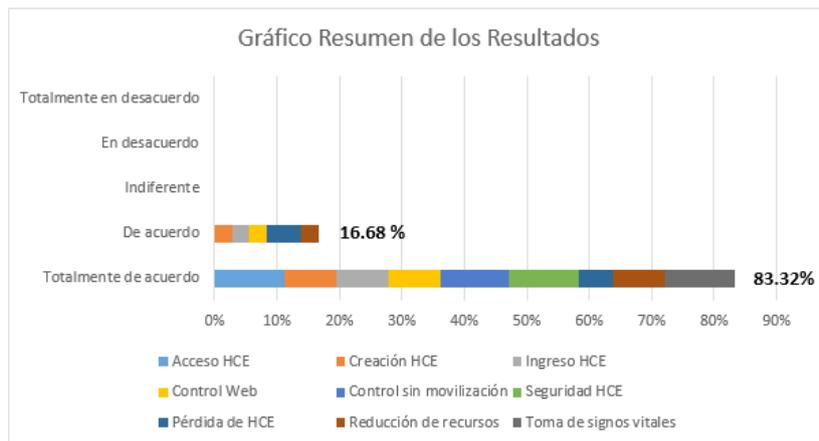


Fig. 10. Gráfico de Resultados Obtenidos.

Basándose en los resultados estadísticos obtenidos (Fig. 11) se ha determinado una aceptación del sistema propuesto por parte de los médicos de la Clínica Riobamba, dado que la moda encontrada de los datos tomados por las encuestas es 5, lo que representa que están Totalmente de acuerdo según la escala de Likert. En promedio la opinión de los médicos se ubica en 4.83 (tendiendo a Totalmente de acuerdo). Asimismo, se desvían de 4.83, en promedio 0.06377 unidades de la escala. Ningún médico calificó al Sistema de manera desfavorable, por lo que los resultados tienden a ubicarse en valores elevados, lo que indica que la utilización de la metodología de intercambio electrónico de información clínica en la implementación de una aplicación médica mejorará la eficiencia de la gestión de las Historias Clínicas en la Clínica Riobamba.

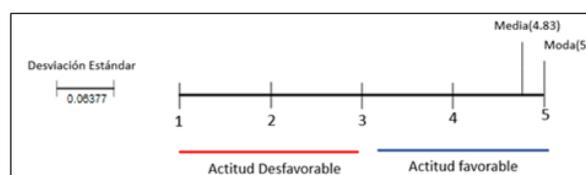


Fig. 11. Interpretación Gráfica de los Resultados Estadísticos

En general, los resultados muestran que se obtuvo una mejora en la eficiencia de los procesos de gestión de historias clínicas en la Clínica Riobamba, gracias al uso de un sistema médico implementado en base a la metodología propuesta en este estudio. Cabe recalcar que el uso de esta metodología permite la interoperabilidad entre diversos sistemas dado que se encuentra basada en estándares internacionales de intercambio electrónico de información clínica. En este estudio, dicha interoperabilidad se ve reflejado en la integración del sistema de gestión de historias clínicas con la plataforma e-Salud que sirvió para la toma de signos vitales mediante el uso de sensores, lo cual facilitó la gestión de historias clínicas de pacientes domiciliarios. Actualmente, la plataforma e-salud permite tomar datos de los pacientes referente a la saturación de oxígeno de la sangre, el pulso y realizar electrocardiogramas. Para poner en producción el sistema será necesario implementar sensores biométricos que permitan la toma de temperatura, presión arterial, glucosa, dado que estos datos son importantes al momento de llevar un control de pacientes domiciliarios y permitir un tratamiento adecuado de acuerdo con su patología. No obstante, el incremento de estos sensores en la plataforma e-Salud es transparente para el sistema de gestión de historias clínicas basado en la metodología propuesta debido a que la creación de la historia clínica se encuentra basada en un documento XML-AHCE lo cual permitirá el intercambio de información electrónica de los datos obtenidos mediante nuevos sensores con el uso de un nuevo elemento en el documento demostrando los beneficios de la estandarización de la gestión de historias clínicas.

Adicionalmente, se debe promover la implementación de la metodología en sistemas existentes o nuevos para promover el intercambio electrónico de información clínica y realizar un análisis sobre las mejoras que se pueden aplicar en la metodología basado en su uso.

#### 4. Conclusiones

El análisis de los estándares HL7, CEN TC251 13606 utilizados para el intercambio de información clínica en telemedicina ha permitido determinar las fortalezas de los estándares referidos en las que se encuentra basada la guía metodológica de intercambio electrónico de información clínica.

La guía metodológica propuesta para el intercambio electrónico de información clínica permite la gestión de las historias clínicas de los pacientes a través de documentos XML basados en la arquitectura AHCE, la misma que define la estructura y semántica necesaria en una historia clínica a partir del modelo de referencia de la HCE. Consecuentemente, los documentos XML-AHCE que definen las historias clínicas pueden ser compartidos con otros sistemas médicos sin la necesidad de tener implementado el mismo modelo físico en la base de datos y también pueden ser creados por otro sistema médico que implemente la metodología propuesta, permitiendo el intercambio de información clínica.

La implementación de un sistema médico basado en la metodología propuesta de intercambio electrónico de información clínica permitió determinar mediante las pruebas realizadas y los resultados obtenidos que se mejora la eficiencia de la gestión de las historias clínicas puesto que el 83.32% de los médicos de la Clínica Riobamba están totalmente de acuerdo.

## Bibliografía

1. De Moor, GJE,1993, Standardization in medical informatics. Yearbook of medical informatics. 2: 61-66.
2. Del Fiol G1, Huser V, Strasberg HR, Maviglia SM, Curtis C, Cimino JJ. 2012. Implementations of the HL7 Context-Aware Knowledge Retrieval (“Infobutton”) Standard: challenges, strengths, limitations, and uptake. J. Biomedical informatic. 45: 726-735.
3. Martinez C, Menarguez M, Fernandez JT. 2010. An approach for the semantic interoperability of ISO EN 13606 and OpenEHR archetypes. J. Biomedical Informatics. 43: 736-746.
4. Leslie H. 2008. International developments in open EHR archetypes and templates. Health Information Management Journal. 37: 38-39.
5. Lin CH, Lin IC, Roan JS, Yeh JS. 2012. Critical factors influencing hospitals’ adoption of HL7 version 2 standards: An empirical investigation. Journal of Medical Systems. 36: 1183-1192.
6. Noumeir, R. 2006. Benefits of the DICOM structured report. Journal of Digital Imaging. 19: 295-306
7. Gibaud, B. The DICOM standard: a brief overview. Molecular imaging: computer reconstruction and practice. Springer; 2008. P. 229-238.
8. Vergeles JM, La Telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas. [Internet] 2010 [Acceso el 15 de enero 2016]. Disponible en: <http://ferran.torres.name/edu/imi/59.pdf>
9. Alem L, Hansen S, Jane L. 2006. Evaluating Clinicians Experience in a Telemedicine Application: A Presence Perspective. En: Proceedings of the 18th Australia Conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments. Australia: ACM; p .47-54.
10. Nordo, A.H., Levaux, H.P., Becnel, L.B., Galvez, J., Rao, P., Stem, K., Prakash, E. and Kush, R.D., 2019. Use of EHRs data for clinical research: Historical progress and current applications. Learning Health Systems, p.e10076.
11. HL7 Argentina [Página principal en Internet]. Argentina, 2001 [actualizada en 2016] [8 pantalla]. Disponible en: <http://www.hl7.org.ar/index.php/que-es-hl7>
12. HL7 Spain [Página principal en Internet]]. España; 2012 [Actualizada 2014; acceso 20 de diciembre 2018]. 17 páginas. Disponible en: [http://www.hl7spain.org/wp-content/uploads/2012/08/SemHL7\\_Otros\\_Estandares.pdf](http://www.hl7spain.org/wp-content/uploads/2012/08/SemHL7_Otros_Estandares.pdf)
13. HL7 Clinical Document Architecture (CDA®). [Internet]. Version 3. Estados Unidos; 2004. [actualizado mayo 2005; citado 10 diciembre 2018]. Disponible en: URL. [http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=7](http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=7)
14. Schadow G., Mead C.N., Walker D.M. The HL7 reference information model under scrutiny. Ubiquity: technologies for better health in aging societies: proceedings of MIE2006. Vol 124. IOS Press. 2006. p.151.
15. ISO, Health informatics Electronic health record communication - Part 1: Reference model [Internet], ISO 13606-1:2008,1era ed., 2008. [Acceso 10 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:13606:-1:ed-1:v1:en>
16. Sachdeva, S.,Batra S., Bhalla S. 2017. Evolving large scale healthcare applications using open standards. Health Policy and Technology. 3: 410-425
17. Couto R., Nevado L., Cristobal R., de Toledo Heras P, Muñoz A., Carrero F., et. al. 2006. Diseño de una pasarela HL7/EN 13606 para el intercambio de información de Telemonitorización domiciliaria de pacientes. CASEIB: 49-52.

18. Jahanbakhsh M., Rabiei R., Asadi F., Moghaddasi H. 2016. Electronic health record architecture: a systematic review. *Journal of Paramedical Sciences*. 7: 29-36
19. ISO, Health informatics Electronic health record communication - Part 2: Archetype interchange specification [Internet], ISO 13606-1:2008, 1era ed., 2008. [Acceso 10 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/50119.html>
20. Davidson A., Fuchs M., Hedin M., Jain M., Koistinen J., Lloyd C., et. al. Schema for object-oriented XML 2.0 [Internet] 1999. Disponible en: <http://68.142.185.125/sox/downloads/sox20.pdf>
21. Moreno-Vallejo, P., Bastidas-Guacho, G. Propuesta metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina. Caso práctico: Clínica Riobamba. Riobamba: ESPOCH; 2014.

# *Procesamiento de imágenes para la identificación de personas como sistema de seguridad en zonas domiciliarias*

*(Image processing for identification of people as a security system in domiciliary zones)*

I. Granja<sup>(1)</sup>, D. Moreno<sup>(1)\*</sup>, F. Cabrera<sup>(1)</sup>, P. Valle<sup>(1)</sup>

(1) Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador.

\*Correspondencia. Tel.: 0982359715, Fax: 032961120, E-mail: pdmoreno@esPOCH.edu.ec (D. Moreno)

## **RESUMEN**

El objetivo fue la implementación de dos algoritmos de reconocimiento facial para la identificación de personas, bajo condiciones reales en este caso un domicilio, se examinó las investigaciones relevantes en la identificación facial como los métodos de Análisis de Componentes Principales (PCA) y el Análisis Lineal Discriminante (LDA), procesos matemáticos utilizadas por los algoritmos Eigenfaces y Fisherfaces, que son técnicas de aproximación estadística para clasificar datos en este caso rostros, con mínima complejidad computacional. El sistema de identificación de personas propuesto, desarrolló algoritmos en Matlab, describiendo sus etapas principales de procesamiento como la adquisición de imágenes, pre procesamiento, extracción de características faciales, entrenamiento o clasificador, éstos algoritmos se sometieron a evaluación de eficacia en la identificación de personas, utilizando una base de rostros públicas de AT&T conocida como ORL Database of Faces, con 400 imágenes de rostros de distintas personas con variadas expresiones, adicionalmente se elaboró un base de rostros domiciliario, con 48 imágenes para el entrenamiento del sistema. Como resultado de la evaluación bajo condiciones de laboratorio se obtuvo una eficiencia superior al 90%, mientras que, al ser evaluados en condiciones reales, los algoritmos presentan eficiencias de identificación que oscilan del 50 al 80%, factores que dependen

de la distancia, cámara, calidad de imagen, e iluminación. Estableciéndose las condiciones mínimas de requerimientos para la implementación de un sistema de vigilancia domiciliario, con porcentajes de efectividad favorables en estos ambientes, proponiendo una innovación en el uso de la tecnología e ingeniería actual respecto a video vigilancia.

**Palabras claves:** PCA, Eigenfaces, LDA, Fisherfaces, Base de Datos Públicas, Algoritmo, Reconocimiento.

## **ABSTRACT**

The objective of the project is the implementation of two facial recognition algorithms for the identification of people, under real conditions in this case an address. Relevant investigations in facial identification have been explored, such as Principal Component Analysis (PCA) and Discriminant Linear Analysis (LDA) methods, mathematical processes used by the Eigenfaces and Fisherfaces algorithms, which are statistical approximation techniques for classifying data in this case faces, with minimum computational complexity. The proposed people identification system, developed its algorithms in Matlab, describing its main processing stages such as image acquisition, pre-processing, extractions of facial features, training or classifier, these algorithms will be evaluated of efficiency in the identification of people, used for this a base of

public faces of AT & T known as ORL Database of Faces, with 400 images of different faces forgive with various expressions, in addition to this a base of faces domiciliary, with 48 images will be elaborated for system training. As a result of the evaluations under laboratory conditions they present an efficiency of over 90%, while when evaluated in real conditions, the algorithms show efficiencies ranging from 50 to 80% depending on the distances between the subject and the camera, as well as it also depends on the image quality that

can be acquired with them. In this way, minimum requirements have been established for the implementation of a home surveillance system, in which favourable percentages of effectiveness will be obtained in these environments, proposing an innovation in the use of current technology in relation to video surveillance.

**Key words:** *PCA, Eigenfaces, LDA, Fisherfaces, Public Database, Algorithm, Recognition.*

## 1. Introducción

La tecnología de reconocimiento facial en los últimos años, ha tomado gran impulso por las aplicaciones y utilidades en aspectos de seguridad, a pesar que, las primeras investigaciones se remontan a la década de 1960 y que medio siglo después al mejorar sus métodos matemáticos y disponer de recursos computacionales más sofisticados, es considerada ésta tecnología como elemento principal en sistemas de la biometría, utilizados por instituciones privadas, profesionales de seguridad y por el gobierno.

El desarrollo del presente trabajo está orientado al estudio de técnicas y algoritmos del reconocimiento facial en la identificación de personas y la implementación de dos algoritmos que realizarán el reconocimiento de patrones faciales para la identificación de una persona que se encuentra registrada en una base de datos, para ello se utiliza un registro de bases de rostros públicas que contienen una variedad de imágenes que simulan condiciones reales para el procesamiento (1), y otra base de rostros domiciliar para la comprobación de eficiencia en condiciones reales de vigilancia e un domicilio.

Al realizar la implementación de dos técnicas diferentes de reconocimiento facial como método de seguridad domiciliar se pretende determinar la eficacia de identificación de cada técnica y establecer las condiciones mínimas de requerimientos para la implementación de un sistema de vigilancia domiciliar, con porcentajes de efectividad favorables en estos ambientes.

## 2. Materiales y Métodos

El reconocimiento facial dependiendo de la aplicación específica a realizar se encuentra dentro de dos esquemas: verificación e identificación (2). La verificación en el sistema de reconocimiento facial es un escenario de comparación 1:1, donde el rostro como imagen de entrada se compara directamente con el rostro de la base de datos previamente almacenada confirmando de esta manera la idoneidad de la identidad de la persona en cuestión. Por otro lado, el esquema de identificación es el reconocimiento de la identidad de una persona desconocida como información de entrada comparada con la base de datos de rostros, teniendo una comparación de 1: N, pudiendo operar bajo dos modalidades dependiendo del conjunto de datos a utilizar (3).

1. *Identificación close-set.*- Operando este escenario sobre un conjunto de datos cerrado en la que el sistema devuelve como respuesta la imagen de la persona registrada en la base de datos o a su vez la más semejante a la imagen evaluada.

2. *Identificación open-set.*- Operando este escenario sobre un conjunto de datos abiertos obligando al sistema dar como resultado la identificación de la persona evaluada o la notificación que la imagen de la persona no se encuentra registrada en la base de datos, siendo más común este sistema a nivel comercial.

Entre las diferentes líneas de investigación enfocado a técnicas de mejora de detección facial, se establece dos tareas fundamentales, extracción de las características y clasificación de la expresión facial (4), clasifica a las emociones en seis emociones universales básicas como son: alegría, sorpresa, tristeza, miedo, disgusto y enojo; codificadas en un sistema de mapeo de acciones faciales FACS por sus siglas en inglés, derivándose dos campos de estudio, como es la clasificación de expresiones de emociones faciales, y el segundo que es la detección automática de acciones faciales. En donde la robustez de los sistemas de reconocimiento dependerá del sistema de extracción de características faciales, desarrollándose sistemas de reconocimiento facial en tiempo real con técnicas híbridas que son los trabajos propuestos por Braathen, Littlewort, Kappor, Bartlett (5), (6), (7)

Otros estudios se han enfocado en la detección de píxeles de piel, para discriminar los elementos que deben ser analizados y solo enfocarse en el rostro o características de piel propias de las personas (8), realizando una comparación de cinco espacios de color y dos métodos no paramétricos de modelado de piel, métodos paramétricos, modelo gaussiano y mezcla de gaussianas (9). En la Tabla 1 se presenta el resultado del rendimiento de los detectores de piel utilizados en las investigaciones antes descritas (10).

Tabla 1: Rendimiento de diferentes detectores de piel.

Método	Referencia	TP (True Positive)	FP (False Positive)
Bayes SPM (Skin Probability Map) in RGB	[Brand et al. 2000]	93.4 %	19.8 %
Elliptical boundary model in CIE-xy	[Lee et al. 2002]	90.0 %	20.9 %
Single Gaussian in CbCr	[Lee et al. 2002]	90.0 %	33.3 %
Gaussian Mixture in IQ	[Lee et al. 2002]	90.0 %	30.0 %
Threshold of 1 axis in YIQ	[Brand et al. 2000]	94.7 %	30.2 %

## 2.1. *Métodos de Reconocimiento Facial*

### *Métodos Holísticos*

Técnicas del reconocimiento facial que utiliza varias muestras de un mismo sujeto, donde el rostro será la imagen de entrada del sistema, mediante cálculos matemáticos de correlación modelan las características de la comparación. Teniendo presente que cada pixel es una característica el sistema debe compararlos a todos, se debe utilizar métodos que correlacionan las características entre sí, para reducir el espacio facial y que el procesamiento del algoritmo a aplicar sea en tiempo real, se detallan los más relevantes:

### *Análisis de Componentes Principales*

Técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un gran conjunto de datos, al intentar distinguir las causas de la variabilidad de los patrones, sobre todo en imágenes donde la calidad es baja, entonces PCA, es una técnica potente en la identificación de patrones en una

relación de 1 a 1000, y comúnmente utilizada por Eigenfaces realizada por Sirovitch y Kirby, donde las imágenes deben ser normalizadas a un mismo tamaño, a más de tener una alineación uniforme entre los ojos y boca (11), ver Fig. 1

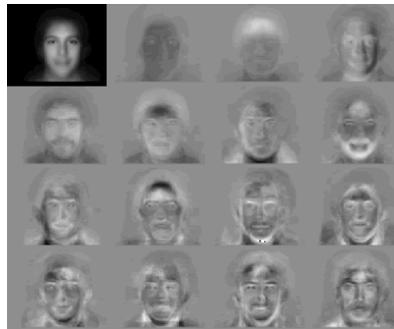


Fig. 1: Estandar Eigenfaces

### *Análisis de componentes Independientes*

Es una generalización del método PCA, que busca de descomponer una señal en vectores generada de la base de un espacio, mediante una combinación de fuentes independientes, disminuyendo la dependencia estadística entre los vectores base, obteniendo una matriz de variables independientes y otra de observaciones, a diferencia de PCA que en su entrada tiene variables no correlacionadas, ICA adquiere una imagen en variables estadísticamente independientes.

Las imágenes que se obtienen de ICA contienen más información local que las obtenidas por el análisis de componentes principales, no obstante, los recursos computacionales para el tiempo de entrenamiento son mucho mayor que PCA (12).

### *Análisis Lineal Discriminante*

Este método es una técnica de aprendizaje supervisado de aproximación estadística para clasificar datos, en base de muestras de grupos desconocidos. Permite encontrar combinaciones lineales que minimizan la varianza entre características conocidas intraclasses y maximizar entre clases desconocidas. Para obtener una proyección de patrones adecuado se debe entrenar al sistema con patrones etiquetados, donde la base de rostros que componen la etapa de entrenamiento está compuesto por un grupo de diferentes personas con diferentes expresiones faciales y con distintas vistas, se etiquetará como una clase al conjunto de imágenes de una misma persona, teniendo (n) número de personas a reconocer, separando el espacio de entrenamiento por grupos, en la Fig. 2 se aprecia ejemplos de clases distintas.



Fig. 2: Ejemplo de 6 clases distintas usando LDA

### *Métodos basados en Kernels*

Este método es una generalización de los tres métodos analizados anteriormente (PCA, ICA, LDA), presenta el problema de realizar una clasificación a un espacio de mayor dimensión, donde las clases sean linealmente separadas, por lo que se debe mapear los vectores de entrenamiento con una función no lineal (13)

### *Support Vector Machine: SVM*

Método genérico para el reconocimiento de patrones de un determinado espacio que pertenecen a dos clases distintas, es un método discriminatorio y se lo debe combinar con otro método ejemplo eigenfaces PCA para extraer características propias de las imágenes, y de ahí se aplica el SVM, que encuentra el hiperplano que separa la mayor cantidad de puntos de la misma clase del mismo lado, obteniendo un hiperplano de decisión denominado OSH (Optimum Separating Hyperplane), al maximizar las distancias de cada clase. Los puntos más cercanos al hiperplano, de cada conjunto evaluado, son los llamados vectores de soporte (support vectors).

### *Métodos locales o geométricos*

Estos métodos tienen como entrada del sistema de reconocimiento las características locales, como son ojos, nariz, boca, cejas, etc., desarrollando detectores de rostros muy robustos, entre las técnicas destacables se tiene

### *Correspondencia entre Agrupaciones de Grafos Elásticos*

Esta técnica se basa en características tales como variación de iluminación, posición y expresión de la persona, donde la representación de la cara toma la forma de grafos etiquetados. Los grafos están formados por vectores que mantienen información geométrica, y los nodos representan un conjunto de características locales. EBGGM utiliza la transformación de Gabor, que vendría hacer un preprocesamiento de imágenes basado en fenómenos biológicos. Para ello se crea una plantilla que es proyectada al rostro de malla elástica el cual traza el comportamiento de la imagen alrededor de un pixel como se puede observar en la Fig. 3, se aplica la convolución entre la imagen y el filtro gabor para detectar formas extraer las características de las imágenes (14).



Fig. 3: Correspondencia entre agrupaciones de grafos

### *Modelo oculto de Markov*

Modelo estadístico utilizado para modelar las propiedades estadísticas de una señal. En este modelo utiliza el proceso de Markov para determinar parámetros desconocidos a partir de parámetros observables, para el reconocimiento de formas temporales, como el reconocimiento del habla, escritura manual, en bioinformática (15).

## 2.2. *Técnicas de Reconocimiento Facial*

### *Eigenfaces*

Técnica basada en una herramienta matemática llamada Análisis de Componentes Principales (PCA), útil para la compresión de imágenes y para el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial. Es la técnica básica para entender el funcionamiento de esta tecnología y además forma parte importante de técnicas más avanzadas. Está creada a partir de dos fases, una de entrenamiento y otra de clasificación. En la primera, y por medio del PCA, se forma un espacio de facciones, más conocido como eigenspace, a partir del uso de imágenes faciales de entrenamiento. El espacio de facciones es la matriz formada por una serie de vectores propios (eigenvectores o eigenfaces), que contienen la información de la variación de los valores de gris de cada píxel del conjunto de imágenes utilizadas al realizar el PCA.

Para generar un conjunto de eigenfaces, un gran conjunto de imágenes digitalizadas de rostros humanos, adoptadas en las mismas condiciones de iluminación, se normalizan a la línea de los ojos y la boca. Así se forma un conjunto de “imágenes normalizadas”, derivadas del análisis estadístico de muchas imágenes de caras. Cualquier rostro humano puede considerarse una combinación de estos estándares. Las imágenes utilizadas para realizar el PCA se proyectan en el espacio de facciones. La proyección caracteriza la imagen facial de un individuo como la suma de los diferentes pesos del espacio de imágenes.

Luego, en la fase de clasificación, una imagen facial desconocida es proyectada contra el espacio de facciones creado y, por medio de la distancia euclídea, se busca la imagen facial proyectada más parecida a la desconocida. Sin embargo, esta técnica, al estar basada en los valores de brillo de las imágenes, es muy sensible a variaciones en la iluminación, por lo que es importante que ésta sea controlada. Otra dificultad que presenta es que cuando se quieren añadir imágenes o sujetos que no fueron parte del entrenamiento original, hay que realizar de nuevo el PCA y volver a proyectar todas las imágenes (16).

### *Fisherfaces*

Esta técnica de reconocimiento facial cuenta con todas las ventajas que tiene Eigenfaces frente a otras técnicas disponibles, tales como la velocidad del sistema, la eficiencia y capacidad de operar en muchas caras en muy poco tiempo. Eigenfaces para que funcione bien, es necesario que las imágenes sean frontales y en condiciones análogas a la iluminación, mientras que Fisherfaces es menos sensible a variaciones en la iluminación y a los ángulos de las caras en las imágenes

Las Fisherfaces además buscan maximizar la varianza de las muestras entre clases (entre personas) y minimizarla entre muestras de la misma clase (de la misma persona). Con esto se logra obtener mejores resultados en caso de que haya variaciones de la iluminación y expresión respecto de las imágenes de entrenamiento. Para esto, se necesita tomar varias imágenes de cada sujeto en diferentes condiciones de iluminación y pose que sean representativas de las variaciones que se vayan a presentar en la aplicación real, en el siguiente capítulo de la implementación del sistema se describirá más detalle la elaboración de estos algoritmos.

### 2.3. Bases de Datos Públicas de Rostros

Con el avance de la tecnología referente a sistemas de biometría, como el de las huellas dactilares, aportaron con criterios de cómo se deberían evaluar estos sistemas y algoritmos, estos aspectos de evaluación procuran tener un conjunto de datos de prueba grande, similares a la realidad para obtener una evaluación adecuada de estos algoritmos, motivando a que varias organizaciones empezaran a formar sus bases de datos específicas para un sistema, permitiendo ser utilizadas para la comparación y evaluación de algoritmos en este caso de reconocimiento facial por cualquier investigador, a continuación se describe algunas de ellas.

#### *Bases de rostros Yale*

Dispone de un conjunto de rostros de entrenamiento que contiene 165 imágenes en escala de grises, de 15 individuos con 11 imágenes por tema, una por cada expresión facial o configuración: luz central, con gafas, feliz, izquierda-luz, sin gafas, normal, luz derecha, triste, soñoliento, sorprendido y guiño (1), un ejemplo de los rostros que dispone esta base de rostros se aprecia en la Fig. 4.



Fig. 4: Base de rostros YALE, 11 expresiones por sujeto

#### *Bases de rostros ORL*

Otra base de datos de rostros y la que se utiliza para comprobar el algoritmo Eigenface y Fisherface mediante PCA y LDA respectivamente es la base de rostros ORL conocida como “The ORL Database of Faces”, base que fue utilizada en un proyecto de reconocimiento facial llevado a cabo en colaboración con el Grupo de Habla, Visión y Robótica del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Cambridge, que dispone de diez imágenes diferentes de cada uno de 40 individuos distintos, con un total de 400 imágenes para comprobar el reconocimiento de personas, ampliando a más del doble el número de muestras a ser reconocidas por el algoritmo que en la base YALE.

Al igual que YALE, las imágenes se tomaron en diferentes momentos, variando la iluminación, las expresiones faciales (ojos abiertos / cerrados, sonriendo / no sonriendo) y los detalles faciales (gafas / sin gafas). Todas las imágenes se tomaron sobre un fondo oscuro y homogéneo con los sujetos en posición vertical y frontal (con tolerancia para algunos movimientos laterales). Como se puede observar en la Fig. 5, un sujeto con 10 expresiones diferentes (17).

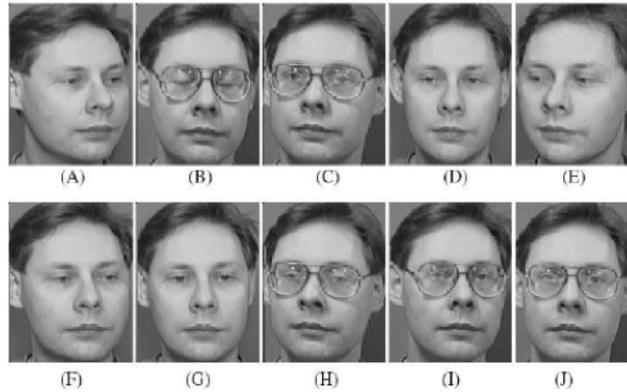


Fig. 5: Base de rostros ORL, 10 expresiones por sujeto

### *Bases de rostros AR*

Base creada por el Centro de Visión por computador de Barcelona en 1998, la misma que dispone de imágenes frontales de rostros con diferentes expresiones en condiciones de iluminación y oclusión (18).

### *Bases de rostros Cmu Pie*

Dispone de ejemplos sistemáticos de una gran cantidad de poses en condiciones de iluminación variantes en múltiples expresiones faciales creada por “The Carnegie Mellon University Pose, Illumination, and Expression database”.

### *Bases de rostros Feret*

The Facial Recognition Technology, es una base de datos que fue recolectada entre 1993 y 1996, por la Universidad George Mason y el laboratorio de investigación de la armada de los estados unidos como parte del programa de evaluación FERET (19).

Como se describe anteriormente existe una gran variedad de bases de datos públicas y dependiendo de las prestaciones que ellas proveen al evaluar un sistema con los principales desafíos del reconocimiento facial, se las clasifica de la siguiente manera:

1. Base de datos a evaluar la variación de iluminación.
2. Base de datos a evaluar la variación de pose.
3. Base de datos a evaluar la variación de expresión.
4. Base de datos a evaluar el paso del tiempo

### *Metodología para el diseño del sistema de identificación de personas*

En el presente trabajo se establece los requerimientos iniciales para el desarrollo del sistema de identificación de personas mediante el procesamiento de imágenes, se determina como técnicas a utilizar y evaluar los algoritmos Eigenfaces y Fisherfaces por sus capacidades de reconocimiento bajo condiciones de iluminación determinadas y que aprovecha imágenes de baja resolución, a más de que su costo computacional es inferior a otros algoritmos más elaborados como se menciona en la anterior.

Para el desarrollo del sistema se utiliza como hardware un procesador: Intel(R), Core(TM) i7-353 CPU @ 2.00Ghz (4 CPUs)

Memoria: 8192 MB RAM, Cámara web 1.3 MP y Sistema operativo: Windows 8 de 64bits, Matlab versión R2015a, y entorno grafico Guide (GUI) para interfaz del sistema.

### *Esquema general del Sistema de Reconocimiento*

De manera general se presenta el diagrama de funcionamiento del sistema de reconocimiento facial, en el que se captura y almacena la imagen de una persona, a través de procesos como el de viola&jones se obtiene el rostro de la persona que es el área de interés para el reconocimiento, se realiza la normalización de la imagen (test) en donde un clasificador compara la imagen entrada del sistema con todas las imágenes de la base de rostros previamente almacenadas, el clasificador dependiendo de la metodología y algoritmos utilizados discrimina la imagen test con la base de rostros y determina con qué imagen tiene mayor semejanza a las imágenes de entrenamiento. Como se aprecia en la Fig. 6.

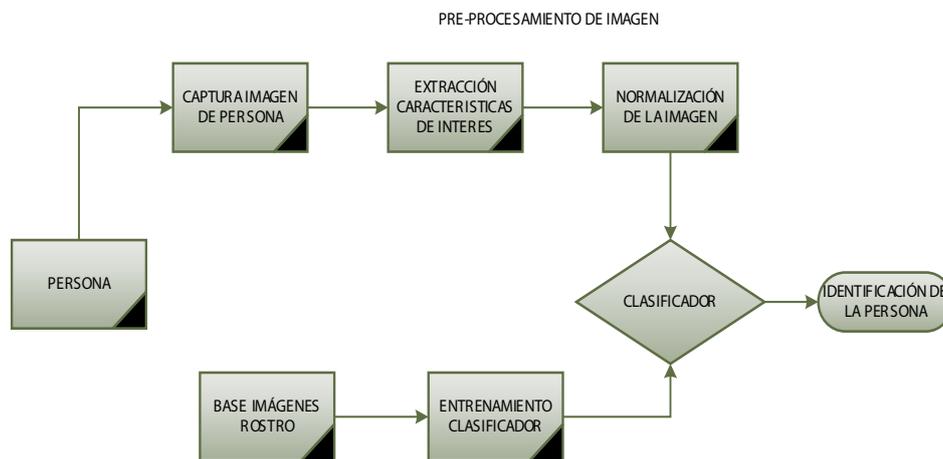


Fig. 6: Diagrama General del sistema de reconocimiento

### *Implementación del Sistema*

Independientemente de la metodología en el reconocimiento de personas, se requiere de dos conjuntos de datos, el primero que se utiliza es en la etapa de aprendizaje o etapa de entrenamiento, donde los patrones de información que integran a este conjunto sean lo más diferentes entre sí, y que se enfoquen en el área de interés al problema en este caso rostros, y con ello obtener un alto porcentaje de generalización de la imagen. En la Fig. 7 se aprecia un esquema general del procesamiento de las imágenes para el sistema de reconocimiento facial.



Fig. 7: Esquema General del procesamiento de imágenes

El segundo conjunto de patrones de datos se lo utiliza en el reconocimiento o etapa de prueba, en donde, las técnicas de reconocimiento de rostros comprenden algunas de las siguientes fases.

**Adquisición de la imagen:** En esta etapa se puede utilizar videocámaras, cámaras digitales, escáner de fotografías entre otras. Para el sistema aplicamos la librería “Imaqhwinfo” que obtiene la información de los adaptadores de adquisición de imágenes que dispone el sistema en el que se va a implementar el algoritmo.

**Resolución:** Actualmente existen video cámaras, cámaras digitales de gama alta (alta definición y calidad de imágenes), por lo que se debe tener en consideración que resolución de imágenes serán las más adecuadas para trabajar en el proceso de reconocimiento, ya que si adquieren imágenes de baja resolución se puede distorsionar y suprimir información importante para el reconocimiento de personas.

**Formato:** Se dispone de diferentes formatos con los que se pueden almacenar las imágenes y cada uno de ellos con su extensión específica, uno es el formato JPG que tiene como característica comprimir a la imagen, eliminando información u objetos de ella, a diferencia de los formatos TIF y PGN que no comprime a la imagen, teniendo información original y sin variación de esta. Las extensiones más utilizadas son BMP, JPG, GIF, TIF, PNG.

**Preprocesamiento de la imagen:** Debido a que la captura de la imagen de rostros es adquirida en instantes diferentes, se obtienen imágenes de una misma persona con variaciones de iluminación, orientación, por lo que se las debe pre procesar antes de las etapas de entrenamiento, extrayendo la imagen del rostro de una imagen más grande con información relevante para el reconocimiento. Se realiza la normalización del tamaño de las imágenes para que todas tengan similar tamaño 112x92 pixeles, y por último aplicar algún método de filtrado para mejorar la calidad de esta.

Como el tamaño de información de una imagen a color es muy elevada dimensionalmente se convierte a escala de grises para que el procesamiento de los datos sea lo más conveniente computacionalmente, utilizando la función “rgb2gray”. En la Fig. 8 se adquiere la imagen de la cámara disponiendo de mucha información no relevante al problema de reconocimiento facial.



*Fig. 8: Imagen capturada con información no relevante al procesamiento.*

**Extracción de características:** Etapa importante para el correcto desempeño del sistema de reconocimiento de rostros, el objetivo de esta etapa consiste en la extracción de las características básicas de un rostro tales como: nariz, ojos, boca, cejas y la relación que tienen entre ellos como es la distancia entre cada uno de estos componentes, obteniendo de esta manera información muy característica de un rostro, se utiliza el algoritmo de Viola&Jones basado en características Haar indicado por el soporte Mathworks.

En la Fig. 9 se observa el diagrama de flujo que indica la adquisición de la imagen de la cámara a través de Matlab para proceder con la normalización de la imagen del área de interés en este caso el rostro.

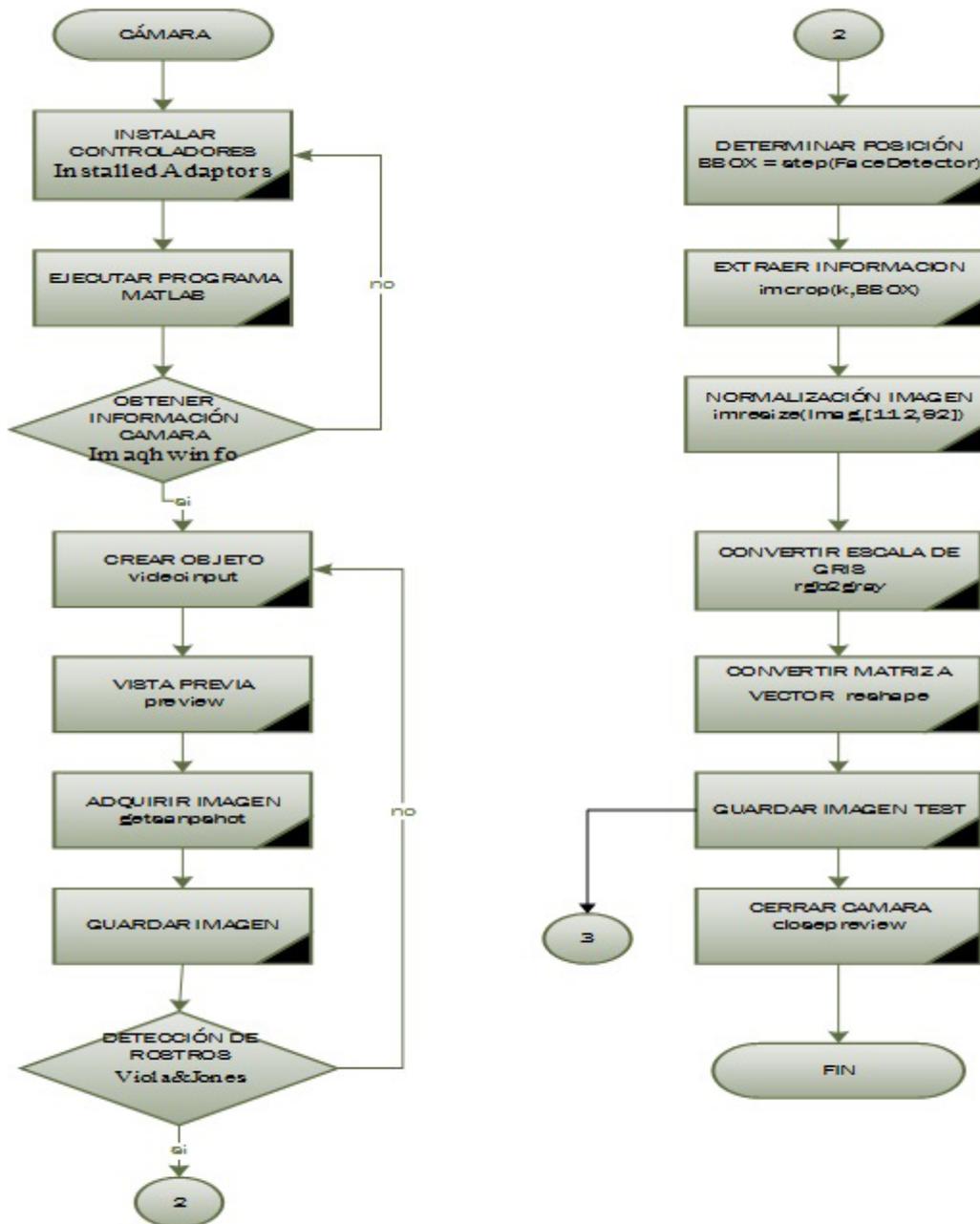


Fig. 9: Diagrama de flujo de adquisición de imagen test

**Entrenamiento clasificador:** Esta etapa permite al sistema de alguna manera aprender o disponer de los patrones de interés que el clasificador requiere para resolver la semejanza entre personas, para ello se dispone de la base de rostros de diferentes personas con diferentes poses o expresiones y dependiendo del algoritmo utilizado se discriminan las diferencias entre una imagen de prueba test con las de la etapa de entrenamiento, por ejemplo en Eigenfaces y Fisherface se redimensionan las imágenes y se obtienen los vectores característicos principales de cada persona y con métodos matemáticos como el de distancias euclidianas permite clasificar la distancia que existe entre dos puntos del objeto de interés en dos instantes sucesivos para discernir cual es la identidad de la persona.

### Implementación del Algoritmo Eigenfaces

Primero se debe tomar en cuenta que las imágenes de entrenamiento deben mantener un estándar o norma, estar alineados, mantener todas las imágenes la misma resolución (r x c), para el presente proyecto todas las imágenes tienen una resolución de (112 x 92), cada individuo se la representará como un vector de (r x c) elementos tras concatenar las filas de píxeles, como resultado se obtendrá un conjunto de entrenamiento almacenado en una matriz única V (10304 x #personas), en la que cada columna representa un rostro de una persona para luego realizar lo siguiente:

1. Calcular la imagen media M para luego restarla de cada foto original en la matriz V.

$$M = \frac{1}{d} * (im_1 + im_2 + \dots + im_d) \quad (1)$$

Donde d es el número de imágenes

2. Se procede a determinar los autovectores y autovalores de la matriz de covarianza L con el mismo tamaño de las imágenes originales, prácticamente representan direcciones en las que cada imagen test o de prueba difieren de la media
3. Seleccionar de los auto vectores solo las componentes principales, para ello se invierten los auto valores y se reorganiza los auto vectores, para ello se usa el PCA.

El Análisis de Componentes Principales PCA es un método estadístico que se lo aplica a un conjunto de datos de similar característica, con la finalidad de resaltar sus variaciones e identificar patrones fuertes, permitiendo comprender su naturaleza de manera rápida.

Lo que propone el análisis PCA es que partiendo de datos de dos dimensiones y al requerir determinar la variación de los puntos de sus datos, se debe hallar otro sistema de coordenadas donde las variaciones se observen con mayor claridad; al mapear los puntos originales al nuevo sistema, éstos obtendrán otro valor, obteniendo nuevos ejes de coordenadas que simplemente enfatizan las variaciones. Las componentes principales se las escoge en las direcciones en donde las muestras de los puntos de información varían con mayor intensidad.

1. Calcular los auto vectores más significativos, para ello se aplica función en matlab  $[V,D]=\text{eig}(L)$ , la misma que en su resultado arroja dos matrices de autovectores/autovalores, con los datos de las componentes principales.
2. Restar la imagen media M de la imagen test de entrada y se calcula el peso de cada autorrostro  $Eig(i)$ , para  $i = 1 : k$

$$w_i = Eig_i^v * (In - M) \quad (2)$$

1. Guardar todos los pesos calculados anteriormente y formar un vector Z, que refleje las variaciones de cada auto-rostro en la imagen de entrada, proyectando de esta manera la imagen test sobre el espacio-rostro

$$Z = [Z_1 \dots Z_i \dots Z_K] \quad (3)$$

2. Calcular las distancias entre la imagen de prueba con cada imagen de la base de rostros establecida en la fase de entrenamiento, para  $j = 1 : d$ .

$$Dis_j = \|Z - Z_j\|^2 \quad (4)$$

3. Se elige la distancia mínima, para determinar si la imagen de entrada test es conocida, dependiendo del umbral  $t$ , si la distancia mínima es menor al umbral, se obtiene una coincidencia en la base de datos por lo tanto se identifica a la persona, caso contrario se decide que la imagen de entrada es desconocida para el sistema (20).

### *Implementación del algoritmo Fisherfaces*

Fisherfaces es una técnica de reconocimiento de rostros, en donde una expresión facial observada desde un mismo punto de vista a diferentes direcciones de luz, pueden parecer dramáticamente diferentes, éste algoritmo se encarga de clasificar y reducir las dimensiones de los rostros con el método FLD (Discriminant Lineal Fisher), que proyecta los datos en una nueva dispersión óptima para la clasificación de patrones de rostros, a diferencia de PCA que busca los mejores vectores característicos que describen a los datos, por lo que se realiza una nueva técnica LDA (Discriminant Lineal Analysis), que identifica y encuentra los vectores que proporcionan la mejor discriminación entre clases después de la proyección (21).

Este algoritmo realiza un LDA, se vale de la información de las clases (rostro perteneciente a un individuo), imágenes de la etapa de entrenamiento del sistema, para buscar una proyección que maximice la separación de las diferencias entre clases, y minimice la distancia de las imágenes de una misma clase, de tal manera que se obtiene un ordenamiento y clasificación para mejorar el reconocimiento de personas (22). Los pasos a seguir son los siguientes:

4. Al igual que el algoritmo Eigenfaces se debe disponer de una base de rostros previamente almacenada y normalizada.

5. Encontrar la media de las imágenes, y sus vectores característicos al igual que el algoritmo descrito anteriormente.

6. Después se debe definir la matriz de varianza entre clases como se muestra en las ecuaciones (5 y 6) (imágenes de personas distintas), a la que se denomina  $S_B$ ; y la varianza dentro de la misma clase (imágenes de una misma persona), se denomina  $S_W$ . Donde  $u_i$  corresponde a la imagen promedio de la clase  $X_i$ ,  $|X_i|$  es el número de puntos dentro de la clase  $X_i$  y 'u' es promedio de todas las clases.

$$S_B = \sum_{i=1}^c |X_i| (u_i - u)(u_i - u)^T \quad (5)$$

$$S_W = \sum_{i=1}^c \sum_{X_k \in X_i} (X_k - u_i)(X_k - u_i)^T \quad (6)$$

1. Encontrar la matriz de proyección de forma similar a PCA, en la que se tendrá la matriz  $W \in R^{(m \times n)}$ . Para optimizar la información se deberá minimizar  $S_W$  y maximizar  $S_B^{-1}$  de las ecuaciones anteriores, se encontrará una nueva matriz con vectores propios de  $S_W S_B^{-1}$ .

$$W_{opt} = arg_W max \left| \frac{W^T S_B W}{W^T S_W W} \right| \quad (7)$$

2. La reducción de las dimensionalidades de las imágenes será a no más de números de imágenes – número de clases, Se aplica LDA para reducir a número de clases -1 elementos y agrupar las imágenes según la clase al que pertenecen.

3. Encontrar la distancia mínima entre clases, y determinar la mínima diferencia de la imagen de prueba con la clase, de esta manera se identifica a la persona a la que pertenece la imagen de entrada, si no existe una clase con la que se identifica la imagen, se dará como imagen no registrada en la base de datos de la etapa de entrenamiento.

#### 4. Resultados y Discusión

##### *Evaluación de algoritmos con base de rostros pública de AT&T*

Para la comprobación del funcionamiento de los algoritmos se realizó 30 interacciones de reconocimiento, en las que se tomaron como imagen de prueba una imagen aleatoria dentro de las 400 imágenes de la base de rostros, y se las comparó con las 399 restantes como parte del entrenamiento del sistema Eigenfaces, pruebas que se basaron en las recomendaciones de las investigaciones de reconocimiento facial de AT&T. Para la comprobación del algoritmo Fisherfaces en la etapa de entrenamiento se clasificaron a 40 clases (diferentes personas), con 10 imágenes por persona.

Para el caso de un acierto positivo en el que el rostro de la persona de entrada se identificaba correctamente, mientras que el acierto negativo indica que la persona identificada no corresponde a la imagen de entrada a la base de rostros, dichos resultados se muestran en la Tabla 2.

*Tabla 2: Evaluación de algoritmos en base de datos AT&T*

Algoritmo	Acierto Positivo	Acierto Negativo	Tiempo de Reconocimiento	% de Efectividad
Eigenfaces	27	3	3.342 seg	90 %
Fisherfaces	29	1	3.460 seg	96 %

En la Tabla 2 se puede apreciar que el sistema fue puesto a prueba en treinta (30) interacciones, obteniendo mayor número de aciertos positivos, para el caso de fisherfaces dando como resultado una tasa de efectividad del noventa y seis por ciento (96%) respecto al 90% del algoritmo eigenfaces, ya que se maneja una metodología de registro de clases de imágenes por sujeto, en la etapa de entrenamiento para su clasificación, en cuanto al rendimiento de tiempo de ejecución los dos algoritmos presentaron mínimas diferencias en su procesamiento de tres (3 segundos) en identificar a una persona en la base de datos.

Todas las pruebas realizadas se las evidencia en la interfaz de usuario del sistema de identificación de personas desarrollado en el GUI de Matlab como se aprecia en la Fig. 10.



Fig. 10: Entorno General del sistema de identificación de personas

### *Evaluación de algoritmos con base de rostros domiciliar*

Para la evaluación de los algoritmos se disponen de los siguientes parámetros:

**Resolución de cámara:** Cámara uno: 1,3 Megapíxel a 1280 x 720. HD; Cámara dos: webcam 8 Megapíxel a 640 x 480.

**Base de Rostros domiciliar:** Base de rostros uno, almacena 20 imágenes en total, de cuatro personas con 5 imágenes de cada una con diferentes expresiones; Base de rostros dos, almacena 48 imágenes en total, de cuatro personas con 12 tomas por cada individuo, con diferentes posiciones, expresiones.

**Entorno de iluminación:** Se ha dispuesto de un solo entorno de iluminación, en un salón de seis (6) por cinco (5) metros, la cámara se ha ubicado a una altura de ciento ochenta centímetros (180cm), las fuentes de iluminación se han posicionado linealmente a lo largo del salón.

**Distancias:** Se realizaron varias pruebas de captura de imágenes para el reconocimiento e identificación de personas, las distancias oscilaron entre 80 a 340 cm dependiendo de la cámara utilizada.

### *Evaluación de Algoritmos con resolución de cámara uno*

Para la evaluación de los algoritmos, se realizaron quince interacciones para el reconocimiento, para la etapa de entrenamiento se utilizó la base de datos uno, aleatoriamente se realizaron las capturas de imágenes de los integrantes del domicilio que pertenecen a la base de datos para comprobar el porcentaje de efectividad del algoritmo al reconocer e identificar a una persona. Se mantuvo la misma metodología de aciertos positivos y negativos como en la evaluación de la base pública de AT&T.

Además, fueron realizadas pruebas de reconocimiento a distancias entre 80 a 200 cm, que permitieron una buena captura de las características faciales de la persona a ser reconocida.

En la Tabla 3 se representan los resultados obtenidos de los algoritmos.

Tabla 3: Evaluación de algoritmos con resolución de cámara uno

Distancias	Base de Datos uno		Base de Datos dos	
	% de Efectividad Eigenfaces	% de Efectividad Fisherfaces	% de Efectividad Eigenfaces	% de Efectividad Fisherfaces
80 cm.	93.33	53.33	86.67	73.33
120 cm.	86.67	80.00	80.00	73.33
160 cm.	86.67	86.67	86.67	86.67
200 cm.	53.33	66.67	66.67	73.33

Como se aprecia en la Tabla 3, el mejor rango de operatividad del sistema se obtuvo a distancias entre 120 a 160 cm, con efectividades superiores al 80% de los dos algoritmos, al haber utilizado una mayor cantidad de imágenes en la base de entrenamiento se mejoró en un 10% su efectividad a distancias superiores de 160 cm, no se obtuvo una mejora notable ya que se dispuso de más características faciales con las cuales se tuvo que comparar el sistema, otro de los factores cruciales fueron las variaciones de las imágenes, ya que fueron imágenes obtenidas a distintas distancias, expresiones, y la iluminación no fue uniforme en todas las pruebas, a pesar de ello se obtuvieron rangos favorables de reconocimiento con efectividades del 86,67%.

#### *Evaluación de Algoritmos con resolución de cámara dos*

De igual manera se realizaron las pruebas de reconocimiento de personas con las características de la cámara dos, se siguió el mismo procedimiento de evaluación que en el anterior caso, las distancias de identificación estuvieron entre 100-340 cm, distancias que permitieron una buena extracción de características faciales.

Tabla 4: Evaluación de algoritmos con resolución de cámara dos.

Distancias	Base de Datos uno		Base de Datos dos	
	% de Efectividad Eigenfaces	% de Efectividad Fisherfaces	% de Efectividad Eigenfaces	% de Efectividad Fisherfaces
100 cm.	80.00	66.67	80.00	73.33
180 cm.	86.67	80.00	86.67	86.67
260 cm.	66.67	86.67	80.00	86.67
340 cm.	60.00	73.33	66.67	80.00

Como se aprecia en la Tabla 4, los rangos de identificación aumentaron a 340 cm por las características de la cámara al obtener las imágenes, se determinó la efectividad del algoritmo Fisherfaces a distancias de 340 cm, con porcentajes de eficiencia del 80%, mientras que la eficiencia del algoritmo Eigenfaces fue decreciendo hasta 66,67%, ya que la calidad de las imágenes fue menor que a distancias cercanas a la cámara, Fisherfaces aprovecha de mejor manera las imágenes de baja resolución para la identificación de personas.

## 5. Conclusiones

Se recreó e implementó algoritmos de reconocimiento facial preestablecidos, lo cual permitió comprobar que los algoritmos Eigenfaces y Fisherfaces son métodos útiles para la

compresión de imágenes con capacidad de procesar varios rostros en poco tiempo, cada uno con un determinado valor de eficiencia en la detección.

Los métodos Eigenfaces y Fisherfaces convierten la información de los rostros en matrices formadas por una serie de vectores con características principales, por lo que su implementación se ha realizado en Matlab, herramienta de programación que opera directamente con matrices matemáticas y arreglos vectoriales, además de tener integración de dispositivos hardware para gestionar los recursos de cámaras de diferentes fabricantes. Se utilizó el entorno gráfico (Guide), para el desarrollo de la interfaz de usuario del sistema de identificación de personas en un domicilio.

De los resultados obtenidos en la pruebas de identificación facial sobre la base de rostros pública (400 rostros) se pudo comprobar que el algoritmo Fisherfaces tiene una eficiencia del 96%, seis por ciento más que Eigenfaces, sin embargo, al comprobar la eficiencia de éstos algoritmos sobre una base de rostros domiciliar (20 - 48 rostros) se determinó que a distancias de 120 a 160 cm presentan una eficiencia superior al 80%, siendo un factor determinante para la ubicación de la cámara en un entorno de video vigilancia domiciliar, si se requiere una mayor distancia de reconocimiento (300 cm) se debe utilizar cámaras con mayor resolución a 8MP de 640x480, donde el algoritmo Fisherfaces aprovecha imágenes de baja resolución para la comprobación de características faciales, con una eficiencia de aproximadamente 10% más que el Eigenfaces en el reconocimiento de personas, por su tratamiento de datos en la etapa de entrenamiento al realizar una clasificación previa.

Se recomienda realizar estudios para mejorar las técnicas en la detección facial y algoritmos de reconocimiento facial en tiempo real, con lo cual se puede optimizar la detección en base a la variación de parámetros externos referentes a condiciones reales, tales como distancia, tipo de cámara, calidad de imagen, e iluminación.

## Bibliografía

1. Yale University Face Image Database, 1997. [Online]. Available: <http://cvc.yale.edu/projects/yalefaces/yalefaces.html>.
2. S. TOLBA, A. H. EL-BAZ, AND A. A. EL-HARBY, "Face Recognition: A Literature Review," *Int. J. Signal Process.*, vol. 2, no. 2, pp. 88–103, 2006.
3. J. PANDYA, D. RATHOD, AND J. JADAV, "A survey of face recognition approach," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 3, no. 1, 2013.
4. EKMAN AND FRIESEN, (1978). "Facial Action Coding System (FACS)". Recuperado de: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/face/www/facs.htm>.
5. B. BRAATHEN, et al. "First Step Towards Automatic Recognition of Spontaneous Facial Action Units". Institute for Neural Computation. University of California, USA, 2001.
6. G. LITTLEWORT, et al. "Dinamics of facial expression extracted automatically from video". *Image and Vision Computing*, 2005.
7. KAPOOR, Y. QI, R.W. PICARD, "Fully automatic upper facial action recognition", *IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures*, 2003.

8. ZARIT, B. D.; SUPER, B. J. AND QUEK, F. K. H. "Comparison of five color models in skin pixel classification". Recognition, Analysis and Tracking of faces and gestures in Real-Time systems, pp. 58-63; 1999.
9. BRAND, J.; MASON, J. S. "A comparative assessment of three approaches to pixel-level human skin-detection". 15th International Conference on Pattern Recognition; pp. 1056-1059 Vol.1; 2000.
10. VLADIMIR VEZHNEVETS, VASSILI SAZONOV, ALLA ANDREEVA. "A Survey on Pixel-Based Skin Color Detection Techniques". Machine Graphics & Vision International Journal, pp. 61-70 Vol. 14; 2005.
11. L. SIROVITCH AND M. KIRBY, "Low-Dimensional Procedure for the Characterization of Human Faces," J. Optical Soc. of Am. A, vol. 2, pp. 519-524, 1987.
12. B. M. DÍAZ, "Reconocimiento Facial Automático mediante Técnicas de Visión Tridimensional". Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2004
13. C. V. G. JIMÉNEZ, "Diseño y Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Caras", Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2009.
14. N. L. PÉREZ Y J. J. TORO AGUDELO, "Técnicas de Biometría Basadas en Patrones Faciales del ser Humano". Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2012.
15. C. MAXIMILIANO Y M. A. GALVÁN. "Teoría de Comunicación". Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2009.
16. M. TURK ANO A. PENTLANO, "Eigenfaces for recognition", J. Cognitive neuroscience, vol. 3, numo 1, 1991.
17. P. WAGNER, "Face recognition with python," 2012. [Online]. Available: [http://www.bytefish.de/pdf/facerec\\_python.pdf](http://www.bytefish.de/pdf/facerec_python.pdf). [Accessed: 05-May-2016].
18. R. GROSS, "Face Databases," Springer-Verlag, pp. 1–22, 2005.
19. G. CASTANEDA AND T. KHOSHGOFTAAR, "A Survey of 2D Face Databases," in 2015 IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, 2015, pp. 219–224.
20. ANDREEA, P. V. (2016), "Aplicación para Detección y Reconocimiento Facial en Interiores" Sevilla: Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Sevilla.
21. MARTÍNEZ, A. M., & KAK, A. C. (2001). PCA versus LDA. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 228–233.
22. P. BELHUMEUR, J. HESPANHA, D. KRIEGMAN, "Eigenfaces vs. Fisherfaces" Recognition Using Class Specific Linear Projection, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, July 1997, pp. 711-720.

# ***El uso de las Tecnologías de Información como herramienta de comunicación interna en las empresas de la ciudad de Riobamba***

*(The use of information technologies as internal communication tools in the companies in Riobamba city)*

J. Viteri, M. Sampedro\*, C. Andrade

Carrera de Administración de Empresa, Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

\*Correspondencia Tel.: 0984862347, e-mail: myriam.sampedro@epoch.edu.ec (M, Sampedro)

## **RESUMEN**

La inclusión de las Tecnología de Información y Comunicación ha cambiado radicalmente las costumbres comunicacionales de la sociedad en general, las distancias ya no constituyen una limitante y los tiempos de trabajo se ven ampliados como consecuencia de la utilización de recursos tecnológicos, que se encuentran al alcance de todos, y que son aprovechados por las empresas, para mantenerse comunicados con su personal, permitiendo además una interacción inmediata con todos los miembros involucrados y marcando así una nueva pauta en el desarrollo de la dinámica empresarial, inmersa en la vorágine tecnológica. El presente estudio determinó el uso de las nuevas herramientas tecnológicas como medio de comunicación interna a nivel empresarial, la metodología utilizada en la presente investigación es exploratoria con una muestra probabilística a través de un muestreo simple. Los encuestados señalaron que la incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación en el ámbito empresarial ha mejorado la comunicación e interacción entre empleados y directivos, además cabe señalar que las actividades planificadas en ciertas ocasiones se ven afectadas por tareas no programadas fuera del horario laboral, sin embargo, esto no impide que se cumplan los objetivos empresariales. La incorporación de las redes sociales y de diversas

plataformas tecnológicas hacen más sencilla la comunicación mejorando las relaciones interpersonales y el trabajo en equipo.

**Palabras Claves:** *Comunicación interna, Empresa, Interacción, Información*

## **ABSTRACT**

The inclusion of Information and Communication Technology has radically changed the communicational customs of society in general. Distances are no longer a limitation and work times are extended because of the use of technological resources, which are available to everyone, and that are used by companies, to stay connected with your staff. It allows also an immediate interaction with all the members involved and thus marking a new guideline in the development of business dynamics, immersed in the technological maelstrom. This study determined the use of new technological tools as a means of internal communication at the business level, the methodology used in this research is exploratory with a probabilistic sample through simple sampling. The respondents indicated that the incorporation of Information and Communication Technologies in the business environment has improved communication and interaction between employees and managers, it should also be noted that activities planned on

certain occasions are affected by unscheduled tasks outside working hours, however, this does not prevent the business objectives from being met. The incorporation of social networks and different technological platforms make communication

easier by improving interpersonal relationships and teamwork.

**Keywords:** *Internal communication, Company, Interaction, Information.*

## 1. Introducción

Se puede definir a la comunicación interna como el uso planificado de acciones de comunicación para influir sistemáticamente en el conocimiento y los comportamientos de los empleados, promoviendo su participación y ayudando a generar cambios (1), las organizaciones tienden a no considerar a los clientes internos (los empleados) como una parte prioritaria en la empresa, olvidando que ellos reflejan los valores, la calidad y el servicio que se otorga hacia los usuarios o clientes externos de la misma, es así que; cuando la comunicación es eficaz el desempeño mejora y promueve la satisfacción en el trabajo, los empleados conocen mejor sus funciones y se sienten más comprometidos. (2,3)

La forma de relacionarse entre individuos, las empresas y las sociedades ha cambiado vertiginosamente, posibilitando un aumento en la productividad y una mayor igualdad al contar con estudios que faciliten el combinar el ritmo de cambio técnico con políticas estatales y estrategias empresariales. (4)

La virtualidad forma parte de la vida cotidiana, esto se debe al incremento en la movilidad debido principalmente al uso de celulares, la alta disponibilidad de interconexión a través de internet y el auge en el uso de las redes sociales. Esto trae como consecuencia la estandarización de patrones de comportamiento y de vida a nivel mundial, donde las herramientas tecnológicas se emplean sin barreras de edad ni de país de origen. (5)

Las nuevas formas de comunicación se presentan en contextos y el individuo debe estar en la capacidad de desenvolverse con responsabilidad y eficacia en diferentes situaciones. (6)

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) es una herramienta que ha permitido la deslocalización y virtualización del trabajo, de forma que ya no es necesario que las relaciones se realicen cara a cara, sino que se pueden hacer desde cualquier lugar de forma más eficiente, las nuevas tecnologías han impulsado algunas formas de organización del trabajo, destacándose: el teletrabajo, el outsourcing, la centralización y deslocalización de funciones de menor valor añadido, las formas de Comunicación y reunión no presenciales, como las videoconferencias o sesiones de trabajo virtuales, más eficientes en costes y acceso a la información, además el correo electrónico desde dispositivos móviles en cualquier momento y lugar, lo que facilita el acceso a la información, mejora la Comunicación y conectividad y reduce los desplazamientos innecesarios. (7)

En Ecuador el número de empresas y establecimientos, en el año 2017, presenta un crecimiento del 1,15% con respecto al año 2016, según los datos presentados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), en su Directorio de Empresas y Establecimientos (DIEE), 2018. Se presenta un incremento paulatino de acceso a internet desde los hogares, el trabajo, instituciones educativas, centros de acceso público; su uso más frecuente es para

conseguir información y para comunicarse, además se ha incrementado en un 7,5% la tenencia de teléfonos inteligentes (8,9)

Gracias a esta disponibilidad tecnológica, las micro, pequeñas, medianas, y grandes empresas hacen uso de las nuevas tecnologías como parte habitual de sus comunicaciones, resulta complicado el lograr un equilibrio entre el trabajo y la familia, aunque es de suma importancia el poder conciliar ambos factores en pro de una mejor calidad de vida. (10). La comunicación interna que se produce en la empresa ya sea a través de los canales formales establecidos como son: reuniones internas, correo electrónico, intranet, redes sociales corporativas, u otros recursos de las tecnologías de la información y comunicación, resulta vital para fomentar la participación y el compromiso de las personas que forman parte de la organización. (11)

Las pymes son cada vez más conscientes de que una comunicación interna de calidad es fundamental; y es que gracias a este tipo de comunicación se pueden conseguir beneficios positivos para todas las partes. Uno de estos beneficios es el sentimiento de pertenencia de un empleado con respecto a la empresa. (12)

Es muy importante controlar el flujo de información dentro de la empresa, crear espacios en los que participen los empleados directamente, opinen y aporten. Se necesitan líderes capaces de guiar equipos humanos que se sientan implicados e importantes. El uso de las TIC es clave para conseguir buenos resultados en un plan de comunicación interna, se centra en optimizar las herramientas online, los canales de social media y la tecnología. (13)

Existen diferentes formas o técnicas para implantar un plan de comunicación interna exitosa en una empresa. Las estrategias que se emplean actualmente, con excelentes resultados, pasan por el uso de las TIC con el fin de desarrollar una comunicación interna en tiempo real. (12)

La clave del éxito de un plan de comunicación interna reside en tener una buena planificación estratégica comunicacional a través de diversas herramientas, como pueden ser medios digitales (intranet corporativa, newsletter, blogs, canales de televisión internos, revistas impresas y digitales, etc); acciones grupales (desayunos y reuniones estratégicas, encuentros de comunicación, visitas a gerentes); capacitaciones a gerentes y jefes (programas de coaching, seminarios, cursos, etc); y mediciones generales y específicas (encuestas, diagnósticos...). (1)

Los importantes cambios en las organizaciones y de los procesos de globalización actual, hace que la exposición a los riesgos psicosociales sea frecuente e intensa, haciendo conveniente y necesario su identificación, evaluación y control con el fin de evitar sus riesgos asociados para la salud y la seguridad en el trabajo. (14)

Los factores psicosociales se definen como las características percibidas del ambiente de trabajo que tienen una connotación emocional para los trabajadores y los gestores. (15) Los efectos de los factores psicosociales de estrés pueden afectar tanto la salud psicológica como la salud física a través de los mecanismos psicofisiológicos activados por el estrés. (16) La relación trabajo-familia constituye uno de factores psicosociales de riesgo o estrés, ya que presenta problemas de doble presencia y conflicto de exigencias (17)

El uso de las nuevas tecnologías demanda su prevención para evitar riesgos y efectos negativos de su impacto en las empresas y los trabajadores. En este contexto es donde cobra importancia

el término de «tecnoestrés» referido al estrés específico derivado de la introducción y uso de nuevas tecnologías en el trabajo, según lo define Craig Brod en 1984 en su libro „Technostress: The Human Cost of the Computer Revolution“ como: “una enfermedad de adaptación causada por la falta de habilidad para tratar con las nuevas tecnologías del ordenador de manera saludable”.(18,19)

En Ecuador el 10% de las personas sufre de estrés y el 14% tiene el colesterol alto. Así lo determina un estudio realizado por la empresa GfK-Nürnberg Gesellschaft für Konsumforschung e.V., cuya encuesta fue aplicada en Quito y Guayaquil a 1.006 personas. En el Puerto Principal hubo 514 encuestados y en la capital 492. (20). Esto hace pensar que el uso de las TIC en la comunicación interna es de mucha utilidad, pero hay que realizarlo de una manera organizada sin que esto afecte a la empresa y a sus trabajadores.

Son numerosos los factores del entorno organizacional que pueden provocar el estrés y usualmente se dividen en: riesgos físicos (que incluyen los biológicos, biomecánicos, químicos y radiológicos) y riesgos psicosociales, entendidos como los aspectos del diseño, organización y gestión del trabajo, así como del contexto social y medioambiental, que pueden causar un daño psicológico, social o físico. Muchos de los efectos de estos riesgos pueden atribuirse directamente al estrés. (21)

En definitiva, la comunicación interna seguirá siendo una parte vital de las estrategias empresariales a las que hay que dedicar especial atención para alcanzar los objetivos y conseguir que la organización sea rentable y altamente competitiva. (1), por lo que es de vital importancia conocer la aceptación que presentan los empleados frente al uso de estas tecnologías para la comunicación interna de las organizaciones.

## **2. Metodología**

Para el contexto de estudio se seleccionaron las empresas y establecimientos ubicados en el parque industrial y las calles céntricas de la ciudad de Riobamba.

La metodología utilizada en la presente investigación es exploratoria, para el universo se recabaron los datos que constan en el catastro del Registro Único de Contribuyentes del Sistema de Rentas Internas a Noviembre 2018 (22), específicamente los 724 contribuyentes especiales en estado activo, el cálculo de la muestra fue de 336 para obtener un margen de error del 4 %, para p y q se consideró un valor de 0,5. la muestra considerada es probabilística y se la realizó a través de un muestreo aleatorio simple, considerando que cada elemento o individuo de la población tiene las mismas posibilidades de que se le incluya. Para la recolección de la información se aplicaron 336 encuestas de carácter voluntario. El cuestionario fue aplicado en diferentes días y sectores de la ciudad, por un equipo formado por tres personas.

El instrumento de recolección de información por su parte fue una guía compuesta de dos categorías, la primera especifica las variables de clasificación, y la segunda las prácticas de comunicación interna mediante las TIC en las empresas.

Se realizó el diseño del cuestionario con un total de 24 preguntas con base a los objetivos de la investigación aplicando una escala de medición de satisfacción tipo Likert con un nivel de acuerdo y desacuerdo (23):

*Tabla 1. Escala de medición Likert*

	1	2	3	4	5
Cualidad	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de Acuerdo

Para la validación de la encuesta intervinieron tres expertos, con sus recomendaciones se realizaron los ajustes pertinentes y se aplicó una encuesta piloto con 15 preguntas. Para la verificación de la consistencia y el comportamiento de los ítems conforme a la escala establecida se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, en el software SPSS versión 22 donde se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 2. Estadísticas de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
,768	15

*Fuente: Software SPSS*

Según la tabla No. 2 el alfa de Cronbach es mayor a 0.7 por lo tanto la confiabilidad es aceptable según el criterio general establecido por George y Mallory (2003). (24)

El total de la muestra presentó la siguiente clasificación, en lo referente a los tipos de empresas de acuerdo al sexo y tipo de empresa de los participantes:

*Tabla 3: Clasificación de la muestra por Sexo.*

		Sexo		Total
		Femenino	Masculino	
Tipo de empresa	Pública	94	95	189
	Privada	65	83	148
Total		159	178	337

*Fuente: Software SPSS.*

Se utilizaron las tablas de contingencia también conocidas como doble entrada para el análisis de variables nominales o cualitativas, presentando la información de manera resumida.

Para hacer una consolidación de los datos obtenidos al aplicar las encuestas se utilizó una variable sumatoria para todos los ítems y respuestas de cada uno de los entrevistados, posteriormente se procedió a caracterizar las sumatorias en función de la utilización que presentan los encuestados frente a las TIC como herramienta de comunicación interna en la empresa.

Para la aplicación de la técnica de Estaninos se necesitó calcular la media y la desviación estándar de la variable sumatoria para obtener los puntos de corte para las tres categorías a utilizarse: Muy Favorable, Favorable y Desfavorable, este proceso se lo hizo a través de una agrupación visual en SPSS.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Resultados

Una vez aplicada la encuesta con el total de la muestra se procede a la realizar la interpretación de los resultados obtenidos con la aplicación del software estadístico SPSS.

Tabla 4. Comunicación interna y TIC.

		Tipo de empresa		Total	
		Pública	Privada		
Creo que la comunicación interna de la empresa ha mejorado con el uso de las TIC	Totalmente en desacuerdo	Recuento	2	5	7
		Recuento esperado	3,9	3,1	7,0
		% del total	0,6%	1,5%	2,1%
	En desacuerdo	Recuento	9	13	22
		Recuento esperado	12,3	9,7	22,0
		% del total	2,7%	3,9%	6,5%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Recuento	49	25	74
		Recuento esperado	41,5	32,5	74,0
		% del total	14,5%	7,4%	22,0%
De acuerdo	Recuento	90	78	168	
	Recuento esperado	94,2	73,8	168,0	
	% del total	26,7%	23,1%	49,9%	
Totalmente de acuerdo	Recuento	39	27	66	
	Recuento esperado	37,0	29,0	66,0	
	% del total	11,6%	8,0%	19,6%	
Total	Recuento	189	148	337	
	Recuento esperado	189,0	148,0	337,0	
	% del total	56,1%	43,9%	100,0%	

Fuente: Software SPSS.

Los empleados públicos en un 38,3 % y 31,1 % de los empleados privados consideran que la comunicación interna en la empresa ha mejorado, mientras que 3,3 % y el 5,4 % respectivamente creen que no ha mejorado.

El 69,5 % de los encuestados considera que la incorporación de las TIC al ámbito empresarial ha mejorado la comunicación, mientras que el 22 % piensa que no ha cambiado la comunicación interna.

Al hacer el análisis de la muestra con relación al sexo de los participantes, el 33,2 % de las mujeres y el 36,2 % de los hombres considera que existe una mejor comunicación con el uso de las TIC.

Tabla 5. Relaciones interpersonales y TIC

		Tipo de empresa		Total	
		Pública	Privada		
Las relaciones interpersonales en la empresa son mejores con el uso de las TIC	Totalmente en desacuerdo	Recuento	2	3	5
		Recuento esperado	2,8	2,2	5,0
		% del total	0,6%	0,9%	1,5%
	En desacuerdo	Recuento	23	13	36
		Recuento esperado	20,2	15,8	36,0
		% del total	6,8%	3,9%	10,7%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Recuento	53	43	96
		Recuento esperado	53,8	42,2	96,0
		% del total	15,7%	12,8%	28,5%
	De acuerdo	Recuento	76	68	144
		Recuento esperado	80,8	63,2	144,0
		% del total	22,6%	20,2%	42,7%
	Totalmente de acuerdo	Recuento	35	21	56
		Recuento esperado	31,4	24,6	56,0
		% del total	10,4%	6,2%	16,6%
	Total	Recuento	189	148	337
		Recuento esperado	189,0	148,0	337,0
		% del total	56,1%	43,9%	100,0%

Fuente: Software SPSS

Para el 33 % de empleados públicos y el 26,4 % de empleados privados, las relaciones interpersonales han mejorado pero para el 7,4 % y el 4,8 % respectivamente no existen mejoras.

El 42,7 % cree que la utilización de las TIC ha mejorado la interacción con los miembros de la empresa, y apenas el 12,2 % considera que las relaciones interpersonales no guardan relación con el uso de las TIC.

El 26,1 % de mujeres y el 33,2 % de los hombres consideran que han mejorado las relaciones interpersonales.

Tabla 6. Actividades planificadas y TIC

		Tipo de empresa		Total	
		Pública	Privada		
Se alteran las actividades planificadas en el trabajo debido al envío de comunicados mediante TIC	Totalmente en desacuerdo	Recuento	5	3	8
		Recuento esperado	4,5	3,5	8,0
		% del total	1,5%	0,9%	2,4%
	En desacuerdo	Recuento	30	27	57
		Recuento esperado	32,0	25,0	57,0
		% del total	8,9%	8,0%	16,9%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Recuento	69	57	126
		Recuento esperado	70,7	55,3	126,0
		% del total	20,5%	16,9%	37,4%
	De acuerdo	Recuento	65	45	110
		Recuento esperado	61,7	48,3	110,0
		% del total	19,3%	13,4%	32,6%
	Totalmente de acuerdo	Recuento	20	16	36
		Recuento esperado	20,2	15,8	36,0
		% del total	5,9%	4,7%	10,7%

Total	Recuento	189	148	337
	Recuento esperado	189,0	148,0	337,0
	% del total	56,1%	43,9%	100,0%

*Fuente: Software SPSS*

El 25,20% de empleados públicos concuerdan que las actividades planificadas sufren alteraciones con la inclusión de las nuevas tecnologías en la comunicación interna organizacional, mientras que el 10,40% indica que no incide en la planificación y para el 20,5% le es indiferente.

El 18,1 % de los empleados de las empresas privadas consideran que la planificación en el trabajo se ve alterada en por el envío de la mensajería interna de la empresa y el 8,9 % responde que el envío de mensajes no incide en su planificación, el 16,9 % no está de acuerdo ni en desacuerdo.

El 43,3 % de los empleados encuestados si ven afectadas las actividades planificadas mientras que el 19,30% considera que no afecta su planificación.

El 18,7 % de las mujeres y el 24,6 % de los hombres ven alteradas sus actividades planificadas, en relación al 9,8 % y el 9,5% respectivamente consideran que no.

*Tabla 7: Facilidad de comunicación y TIC*

		Tipo de empresa		Total	
		Pública	Privada		
Es más sencillo comunicarse dentro de la empresa con el uso de las TIC	Totalmente en desacuerdo	Recuento	5	2	7
		Recuento esperado	3,9	3,1	7,0
		% del total	1,5%	0,6%	2,1%
	En desacuerdo	Recuento	10	2	12
		Recuento esperado	6,7	5,3	12,0
		% del total	3,0%	0,6%	3,6%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Recuento	35	24	59
		Recuento esperado	33,1	25,9	59,0
		% del total	10,4%	7,1%	17,5%
De acuerdo	Recuento	100	82	182	
	Recuento esperado	102,1	79,9	182,0	
	% del total	29,7%	24,3%	54,0%	
Totalmente de acuerdo	Recuento	39	38	77	
	Recuento esperado	43,2	33,8	77,0	
	% del total	11,6%	11,3%	22,8%	
Total	Recuento	189	148	337	
	Recuento esperado	189,0	148,0	337,0	
	% del total	56,1%	43,9%	100,0%	

*Fuente: Software SPSS*

El 41,3% de empleados públicos y el 35,6 % indican que es más sencillo comunicarse dentro de la empresa a través del uso de las TIC, frente al 4,5 % y 1,2 % respectivamente, que consideran lo contrario. El 17,5 % indica que no está de acuerdo ni en desacuerdo.

Para el 76,8 % de los encuestados el uso de las tecnologías facilita la comunicación interna de la empresa, el 5,7 % considera que no.

El 35,7 % de mujeres y el 41,3 % de hombres responden que las comunicaciones internas empresariales se vuelven más sencillas con el uso de las TIC.

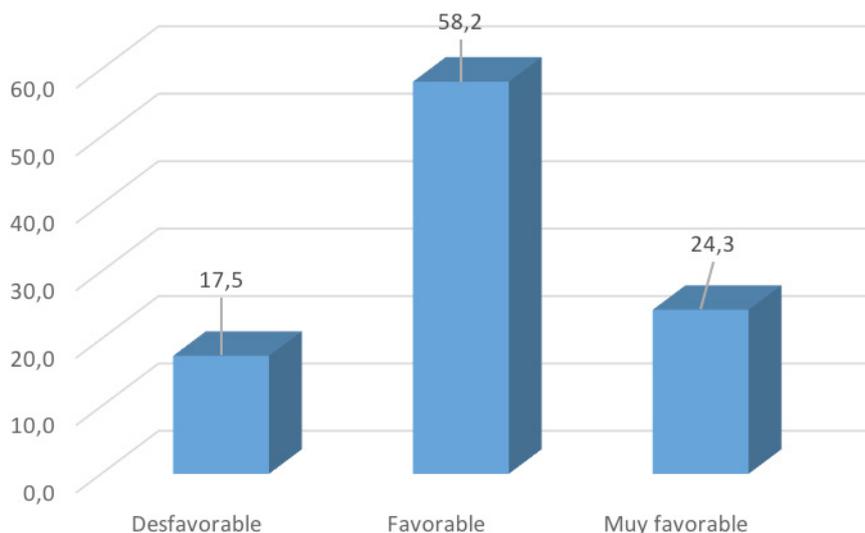
A continuación, se muestra un análisis general de la consolidación de los resultados de la presente investigación:

*Tabla 8. Uso de las TIC como medio de comunicación interna.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Desfavorable	59	17,5	17,5
	Favorable	196	58,2	75,7
	Muy favorable	82	24,3	100,0
	Total	337	100,0	100,0

*Fuente: Software SPSS*

El resultado de este análisis muestra que el 75,7 % de los encuestados consideran que el uso de las TIC como medio de comunicación interna es favorable, lo cual se ve reflejado en el siguiente gráfico.



*Fig. 1. Uso de las TIC como herramienta de comunicación interna.*

*Fuente: Software SPSS.*

Existe una diferencia del 3,0 % entre mujeres y hombres que no están de acuerdo ni en desacuerdo con el uso de estas nuevas tecnologías como herramienta de comunicación interna empresarial.

### 3.2. *Discusión*

La utilización de las TIC como herramienta de comunicación interna dentro de las organizaciones generan ambientes favorables entre los empleados de las empresas encuestadas, tanto a nivel público como privado.

Los encuestados señalaron que la incorporación de las TIC al ámbito empresarial ha mejorado la comunicación interna observándose un porcentaje mayor de aceptación en los empleados de empresas públicas con relación a los empleados de empresas privadas.

Un alto porcentaje cree que la utilización de las TIC ha mejorado la interacción con los miembros de la empresa permitiéndoles conocerse mejor y trabajar juntos para cumplir objetivos empresariales.

Con base a los datos presentados se puede observar que las actividades planificadas sí se ven afectadas cuando se envían comunicados mediante las TIC ya que hay tareas que no están programadas las cuales son solicitadas de forma urgente por los diferentes departamentos o dependencias.

La mayoría de los encuestados coinciden en que es más sencillo comunicarse dentro de las empresas con la inclusión de las nuevas tecnologías.

Del análisis de los resultados se propone la implementación del siguiente conjunto de políticas que regulen el buen uso de las TIC en la comunicación interna en las empresas:

- Evitar el envío de mensajes fuera del horario de trabajo
- Respetar los espacios virtuales creados con fines laborales
- No difundir comentarios falsos o engañosos
- Identificar a los empleados con sus nombres reales dentro de los grupos empresariales
- No usar las comunicaciones electrónicas para dañar o perjudicar a los empleados de la empresa
- En caso de comunicaciones directas no enviar mensajes a través del grupo.
- Ser claros con los mensajes para evitar ambigüedades, uso adecuado de mayúsculas y minúsculas en entornos virtuales
- Evite el uso de abreviaturas y emoticones
- Utilizar una correcta ortografía
- Especificar sanciones por incumplimiento de las políticas relacionadas al uso de las TIC

#### **4. Conclusiones**

La incorporación en la sociedad en general de las nuevas tecnologías de comunicación, facilitan la intercomunicación proporcionando inmediatez y un alcance sin precedentes; desde la oportuna entrega de información hasta la realización y reestructuración de procesos dentro de una organización, de forma ágil y eficiente. El reconocimiento de estas ventajas se evidencia con las respuestas obtenidas en esta investigación, en donde la mayoría de los empleados de las empresas tanto públicas como privadas consideran favorable el uso de las TIC como herramienta de comunicación interna en sus centros de trabajo.

Las observaciones realizadas en el presente estudio muestran una visión general de la realidad con respecto a la aceptación del uso de diferentes medios tecnológicos que agilizan las comunicaciones internas en las organizaciones, es interesante conocer que los márgenes de indiferencia son altos, con una mínima diferencia entre hombres y mujeres, dado que la utilización de las tecnologías es de uso cotidiano se podría esperar un mayor interés por parte de los encuestados.

La incorporación de las redes sociales y de diversas plataformas tecnológicas hacen más sencilla la comunicación lo que posibilita la mejora en las relaciones interpersonales gracias a la virtualización de la comunicación, ya que no es necesario desplazarse del puesto de trabajo para compartir información facilitando así el trabajo en equipo.

### **Bibliografía**

1. EAE Business School. [Internet]. Madrid: Eliorruga G; 2017. [actualizada en agosto de 2018; acceso 28 diciembre de 2018]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en <https://retos-directivos.eae.es/es-importante-la-comunicacion-interna-en-una-empresa/>.
2. Publicaciones Vértice S.L. [Internet]. La Comunicación Interna en la empresa. Málaga: Publicaciones Vértice S.L. 2008. [citado 12 enero de 2019]. p. 7-25. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=58mgFXs6jX8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=La+comunicaci%C3%B3n+interna+que+se+produce+en+la+empresa+ya+sea+a+trav%C3%A9s+de+los+canales+formales+establecidos+como+son:+reuniones+internas,+correo+electr%C3%B3nico,+intranet,+redes+sociales+corporativas,+u+otros+recursos+de+las+tecnolog%C3%ADas+de+la+informaci%C3%B3n+y+&ots=uOe\\_BzA90m&sig=sciIX0btS4u3R4f8unBLUGiR5vM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=58mgFXs6jX8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=La+comunicaci%C3%B3n+interna+que+se+produce+en+la+empresa+ya+sea+a+trav%C3%A9s+de+los+canales+formales+establecidos+como+son:+reuniones+internas,+correo+electr%C3%B3nico,+intranet,+redes+sociales+corporativas,+u+otros+recursos+de+las+tecnolog%C3%ADas+de+la+informaci%C3%B3n+y+&ots=uOe_BzA90m&sig=sciIX0btS4u3R4f8unBLUGiR5vM#v=onepage&q&f=false)
3. Orellana W. IMPORTANCIA DEL MANEJO LAS TIC EN EL CLIMA LABORAL Y SU EFECTO EN LA ORGANIZACIÓN. R. Magazine de las Ciencias. [Internet]. 2018. [citado 07 enero de 2019]. 3: 73-81. Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/493/365>.
4. Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). [Internet]. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL; 2018. [actualizada en diciembre de 2018; acceso 15 diciembre de 2018]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en <https://www.cepal.org/es/temas/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic>
5. Armi Consulting Grup. [Internet]. México DF: Armi Consulting Grup. 2017. [actualizada en octubre de 2017; acceso 26 noviembre de 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en <https://www.negocios-internacionales.net/2017/10/14/virtualidad-cotidiana/>
6. Rodríguez G. [Internet]. 2015. Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología. Revista Iberoamericana de Educación. [citado 05 noviembre de 2018]. 18: 23-33. Disponible en <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a05.htm>
7. Comunicación interna, TIC y gestión de la marca personal, esenciales para el empleo del futuro. [Internet]. Madrid: prnoticias; 2015. [actualizada en enero de 2019; acceso 28 octubre de 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en <https://prnoticias.com/comunicacionpr/541-prcomunicacion-1/20137916-comunicacion-interna-tic-marca-personal-empleo-futuro#inline-auto1611>.
8. Directorio de Empresas y Establecimientos (DIEE) 2018. [Internet]. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censo; 2012. [actualizada en diciembre de 2017; acceso 21 diciembre de 2018]. [aprox. 10 pantallas]. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/>
9. Tecnologías de la información y comunicación (ENEMDU\_TIC). [Internet]. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censo; 2017. [actualizada en diciembre de 2017; acceso 20 diciembre de 2018]. p. 42. Disponible en [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2017/Tics%202017\\_270718.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2017/Tics%202017_270718.pdf)
10. Trabajo vs Hogar. [Internet]. Caracas: Sodexo vida profesional; 2004. [actualizada en diciembre de 2013; acceso 04 enero de 2019]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en <http://www.vidaprofesional.com.ve/blog/trabajo-vs-hogar-.aspx>

11. La importancia de la comunicación en la empresa. [Internet]. Madrid: Campos J. 2015 [actualizada en enero de 2017; acceso 11 noviembre de 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en <https://www.grupofemexa.es/la-importancia-de-la-comunicacion-en-la-empresa/>
12. La comunicación interna en la empresa. [Internet]. Valencia: EmprendePyme.net; 2016. [actualizada en diciembre de 2018; acceso 21 diciembre de 2018]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en <https://www.emprendepyme.net/la-comunicacion-interna-en-la-empresa.html>
13. Cerem International Bussines School. [Internet]. Madrid: Gómez J; 2017. [actualizada en agosto de 2017; acceso 10 diciembre de 2018]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en <https://www.cerem.ec/blog/claves-para-una-buena-comunicacion-interna-en-la-empresa>
14. European Agency for Safety and Health at Work. [Internet]. Luxemburgo: UE-OSHA Annual Report 2007; 2007. [actualizada en diciembre de 2007; acceso 11 noviembre de 2018]. p. 22. Disponible en [https://osha.europa.eu/en/publications/annual\\_report/2007full/view](https://osha.europa.eu/en/publications/annual_report/2007full/view)
15. Carayon P, Haims MC, Yang CL. 2001. Psychosocial work factors and work organization. In W.Karwowski (Ed.), The International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors. P.111-121. London: Taylor y Francis.
16. Cox T, Griffiths AJ. 1996. The assessment of psychosocial hazards at work. In M.J.Schabracq, J. A. M. Winnubst, & C. L. Cooper (Eds.), Handbook of Work and Health Psychology. (pp. 127-146). Chichester: Wiley and Sons.
17. Factores de riesgo psicosocial. [Internet]. San Sebastián: Agencia Europea de Seguridad y Salud en el trabajo; 2015. [actualizada en agosto de 2017; acceso 04 diciembre de 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en <http://www.osalan.euskadi.eus/informacion/psikopreben-factores-de-riesgo-psicosocial/s94-tpsik/es/>
18. En Ecuador, el 10% de la población tiene estrés. [Internet]. Guayaquil: EXPRESO.ec; 2012. [actualizada en enero de 2019; acceso 23 octubre de 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en [https://www.expreso.ec/actualidad/en-ecuador-el-10-de-la-poblacion-tiene-estr-FEGR\\_3645226](https://www.expreso.ec/actualidad/en-ecuador-el-10-de-la-poblacion-tiene-estr-FEGR_3645226)
19. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [Internet]. Castellón: Salanova M, Llorens S y Cifre E; 2017 [actualizada en enero de 2019; acceso 15 noviembre de 2018]. p. 1-7. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp\\_730.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_730.pdf)
20. Brod C. Technostress: The human cost of the computer revolution. Reading Mass: Addison-Wesley; 1984.
21. De Prado A. ESTRÉS TECNOLÓGICO: MEDIDAS PREVENTIVAS PARA POTENCIAR LA CALIDAD DE VIDA LABORAL. Dialnet [Internet]. 2009 [citado 17 diciembre de 2018]. 102: 123-155. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3096343.pdf>
22. Catastros del registro único de contribuyentes (RUC) [Internet]; 2018 [actualizada en Noviembre 2018; acceso 15 noviembre 2018]. Disponible en <http://www.sri.gob.ec/web/guest/catastros>
23. Barnette J. Effects of stem and Likert response option reversals on survey internal consistency: if you feel the need, there is a better alternative to using those negatively worded stems. Educational and Psychological Measurement. [Internet]. 2000 [citado 15 diciembre de 2018]; 3: 361-370. Disponible en <http://blog.uca.edu.ni/kurbina/files/2011/06/Guiaparaconstruirescalasdeactitudes1.pdf>
24. Rodríguez M, Mora R. Análisis de tablas de contingencia [Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante]. Alicante: Universidad de Alicante; 2001.

# ***Medologías MESERI, índice de incendio y explosión, ALOHA, para determinar zonas de seguridad en estaciones de servicios de combustibles***

*(Methodologys MESERI, fire and explosion index, ALOHA, to determine safety zones in gas service stations)*

J. Moyano\*, J. Lema, A. Guamán, A. García, G. Miño

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial

\*Correspondencia. E-mail: j\_moyano@esPOCH.edu.ec

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como propósito determinar la zona de seguridad para la estación de servicios “ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA” en caso de presentar una emergencia o evento adverso de carácter natural o antrópico el mismo que brinde las seguridades físicas necesarias, todo ello con la finalidad de salvaguardar la integridad de las personas y los bienes a quienes pudieren verse afectados, la estación de servicio motivo de estudio cuenta con tanques estacionarios de combustibles de gasolina súper, extra y diésel premium, para lo cual se utilizó las siguientes herramientas como son: El método del índice de incendio y explosión de la Dow Chemical Company que analiza principalmente factor material, riesgos generales del proceso y finalmente riesgos especiales del proceso dando como resultado un radio de afectación, también se utilizó el software libre ALOHA de la línea de CAMEO el cual analiza factores importantes tales como: Datos del lugar de análisis, información del químico presente en los combustibles, datos de presiones atmosféricas y tipo de falla dando como resultado final un diagrama con tres radios de afectación simulado durante 60 segundos considerados como letal, moderado y leve. Para la aplicación de los dos métodos antes mencionados primero es necesario identificar los riesgos de incendios y explosión, se aplica el método

simplificado de MESERI para determinar en nivel de riesgo de fuego e incendio, mostrando un valor de 4.17 que representa a un riesgo medio, con esta base es necesario determinar la zona de seguridad de 325.77 metros medidos a partir de la estación de servicio mediante el software ALOHA.

**Palabras claves:** zona de seguridad, emergencia, evento adverso, índice de incendio y explosión, aloha (programa), radio de exposición.

## **ABSTRACT**

The purpose of this investigation is to determine the safety zone for the “ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA” service station in the event of presenting an emergency or adverse event of a natural or anthropic nature that provides the necessary physical security, all with the purpose of safeguard the integrity of people and property to those who may be affected, the service station subject of study has stationary tanks of super, extra and premium diesel fuel, for which the following tools were used, such as: of the fire and explosion index of the Dow Chemical Company that mainly analyzes material factor, general risks of the process and finally special risks of the process resulting in an affect radius, also the free ALOHA software of the CAMEO line was used. Important factors such as: Data of the place of analysis, information of the chemical present in

the fuels, data of atmospheric pressures and type of failure giving as final result a diagram with three radios of simulated affectation during 60 seconds considered as lethal, moderate and slight For the application of the two aforementioned methods first it is necessary to identify the risks of fire and explosion, the simplified method of MESERI is applied to determine the level of risk of fire and fire, showing a value of 4.17 representing

an average risk, with this base it is necessary to determine the area of security of 325.77 meters measured from the service station using ALOHA software.

**Keywords:** *safety zone, emergency, adverse event, fire and explosion index, aloha (program), exposure radio.*

## 1. Introducción

El presente trabajo se realizó en LA ESTACIÓN DE SERVICIOS “ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA (ESPOCH, 2018)” de la ciudad de Riobamba, la misma que brinda el servicio de tres tipos de combustibles: diésel Premium, gasolina extra y gasolina súper destinado al público en general, por tal motivo el objetivo principal de este estudio es determinar el radio de afectación en caso de darse una explosión de los tanques estacionarios de combustible y de esta manera determinar la zona de seguridad para todas las personas que se relacionan directa e indirectamente con la estación de servicios y por ende salvaguardar la integridad física de las personas y sus bienes.

Las empresas en conjunto con el estado ecuatoriano según la Constitución (Nacional, 2018) del Ecuador tienen la obligación de gestionar los riesgos ya sean estos de carácter natural o antrópico permitiendo así a las empresas minimizar los riesgos asociados a las mismas.

Por lo antes mencionado se propone un análisis de incendio y explosión de los tanques estacionarios de combustible de la estación motivo de estudio mediante el método del índice de incendio y explosión de la Dow Chemical Company siendo una técnica analítica de las inspecciones de seguridad que permite la identificación y su corrección de riesgo antes de su materialización y utilizando el software ALOHA el mismo simula como un químico se dispersa después de un derrame además identifica las áreas involucradas.

Para la aplicación de los dos métodos, primero es necesario identificar el o los riesgos de incendios (Harry, 2019) y explosión (Vicente, 2019) para lo cual se aplica el método simplificado de MESERI para determinar en nivel de riesgo respecto al riesgo de fuego e incendio a sabiendas que toda explosión da origen con un incendio,

El trabajo se orienta a determinar el área de afectación en caso de un incendio y explosión debido a sustancias peligrosas, y de esta manera se tenga una idea de la magnitud del evento adverso de llegar a materializarse, además determinar la zona de seguridad para todas las personas involucradas es decir la distancia a la que deban evacuar.

## 2. Materiales y Métodos

La metodología utilizada en la presente investigación es la aplicación del método del índice de Dow o índice de incendio y explosión dentro del cual se analiza diversos factores que se explicaran más adelante, además se realizó una simulación del área de afectación mediante

el software ALOHA y Marplot que son aplicaciones de software independiente desarrollado y cuenta con el apoyo de la División de Respuesta de Emergencia (ERD), una división dentro de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) en colaboración con la Oficina de Gestión de Emergencia de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, de igual forma se inicia analizando el Método Simplificado de MESERI para la evaluación del riesgo.

### 2.1. Método simplificado de MESERI

Para realizar un análisis de incendio y exposición en cualquier instalación industrial o de otro tipo es necesario cumplir principalmente con tres fases, el primero e importante la inspección del riesgo y la recopilación sistemática de la información como pueden ser fuentes de ignición, combustibles presentes, actividades en desarrollo, el proceso, la edificación, sus instalaciones de protección, plan de seguridad, entre otras. A continuación, es necesario una evaluación de los riesgos identificados el mismo puede ser del tipo cualitativo o cuantitativo. Finalmente se determina los resultados del análisis y la propuesta de las medidas de control.

El método MESERI es un método de evaluación de riesgos que analiza diversos factores ya sean internos o externos a las empresas, principalmente analiza los siguientes:

#### 2.1.1. Factores X: factores propios a la instalación

Tabla 1. Parámetros que componen el factor x.

Construcción
Situación
Procesos y/o destino del edificio
Factor de concentración
Propagabilidad
Destructibilidad

Fuente: (Creus Solé, *Técnicas para la Prevención de de Riesgos Laborales*, 2012)

#### 2.1.2. Factores Y: factores de protección del riesgo de incendio

Tabla 2. Parámetros que componen el factor Y.

Extintores manuales
Bocas de incendio
Hidrantes exteriores
Detectores de incendio
Rociadores automáticos
Instalaciones fijas / gabinetes

Fuente: (Creus Solé, *Técnicas para la Prevención de de Riesgos Laborales*, 2012)

#### 2.1.3. Factor B: disponibilidad de una brigada contra incendios

En este parámetro se detalla la existencia o no del personal capacitado para lucha contra incendios.

#### 2.1.4. Cálculo de la valoración de riesgo de fuego e incendio

Para lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B \quad (1)$$

Donde:

P: es la magnitud del riesgo de fuego e incendio

X: es la suma de las penalizaciones de los factores propios a la institución

Y: es la suma de las penalizaciones de los factores protección del riesgo de incendio.

B: es la penalización respecto a brigada contra incendios.

Tabla 3. Categorización de la puntuación del valor de P (riesgo de fuego e incendio).

Valor de P	Categoría
0 a 2	Riesgo muy grave
2,1 a 4	Riesgo grave
4,1 a 6	Riesgo medio
6,1 a 8	Riesgo leve
8,1 a 10	Riesgo muy leve

Fuente: (Creus Solé, Técnicas para la Prevención de de Riesgos Laborales, 2012)

Para finalmente valorar el riesgo de fuego e incendio tomando en cuenta que están en el intervalo de 0-10

#### 2.2. Índice de incendio y explosión o Índice de Dow

El índice de incendio y explosión fue creado por Dow Chemical Company siendo el propósito fundamental ser una guía para la determinación de protección de incendio. Además, permite realizar evaluaciones reales en lo referente a riesgo de incendio, explosión y reactividad.

Después de identificar y verificar la magnitud del riesgo es necesario utilizar herramientas que ayuden a determinar medidas correctivas y con lo que respecta a determinar una zona de seguridad para las personas se requiere aplicar la herramienta del índice de incendio y explosión.

La necesidad de un método sistemático para identificar áreas que se verán afectados han sido el motivo para el cálculo del índice de incendio y explosión y que además una de las medidas de acción ante la presencia de diferentes riesgos en una empresa es mantener una idea de prevención continuamente.

##### 2.2.1. Procedimiento para el cálculo del análisis de riesgos de incendio y explosión

###### 2.2.1.1. Selección de la unidad de proceso

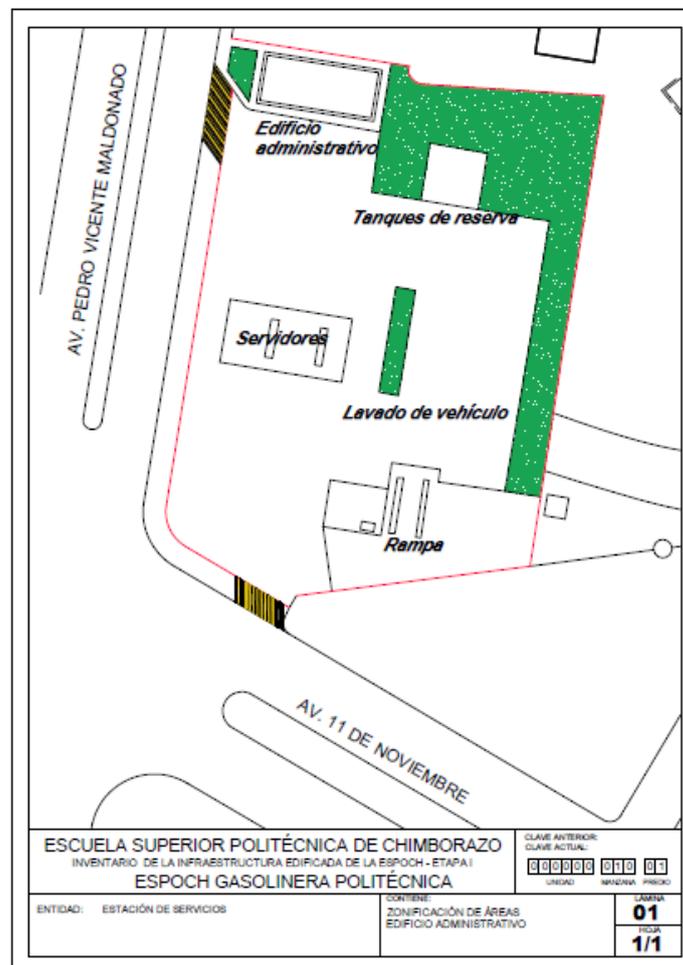
La selección de la unidad se lo realizo en el área de almacenamiento de los tres combustibles (gasolina súper, gasolina extra y diésel premium):

*Tabla 4. Capacidad de los tanques estacionarios de combustibles.*

Tipos de combustible	Metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	Galones EEUU (gal)
Almacenamiento de gasolina súper	25.92	6847
Almacenamiento de gasolina extra	25.58	6758
Almacenamiento de diésel Premium	26.37	6967

*Fuente: Secretaría de la gasolinera de la ESPOCH*

Dicho almacenamiento hace que exista el riesgo latente ya sea de incendio y explosión de los mismos en la estación de la Estación de Servicios “ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA”. En la siguiente figura se muestra el plano de distribución de las unidades de proceso.



*Fig. 1. Plano arquitectónico de la estación de servicio ESPOCH Gasolinera Politécnica.*  
*Fuente: los autores*

### 2.2.1.2. Cálculo del factor material (MF)

El factor material es una medida del potencial de energía emitida por una sustancia en caso de un incendio o mediante una explosión estos valores oscilan de entre 1 hasta 40.

### 2.2.1.3. Cálculo de riesgos generales del proceso (F1)

Para el presente cálculo el método establece la sumatoria de las penalizaciones asignadas a los siguientes factores de manera general con sus rangos de penalización respectivas como son: Reacciones exotérmicas (Factor 0,30 a 1,25), Reacciones endotérmicas (Factor 0,20 a 0,40), Transferencia y manejo materiales (Factor 0,25 a 0,85), Unidades de proceso cerradas (Factor 0,30 a 0,90), Acceso y Desagües (Factor 0,25 a 0,50).

### 2.2.1.4. Cálculo de riesgos especiales del proceso (F2)

A continuación, se muestra los parámetros a analizar para determinar los riesgos especiales del proceso que son:

A. Temperatura del proceso: establece la temperatura a la que está expuesto cualquier elemento que se conecte con el tanque estacionario:

Superior al punto de inflamación

Superior al punto de ebullición

Superior al punto de autoignición

B. Presión baja (Inferior a la atmosférica): es la presión en mm de Hg para el lugar de ubicación de los tanques estacionarios.

C. Operación en o cerca condiciones de inflamabilidad: si existe tareas que puedan comprometer a un incendio como pueden ser:

1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior

2. Alteración del proceso o fallo de purga

3. Siempre en condiciones de inflamabilidad

D. Explosión de polvo (Factor 0,25 a 2,00) guiar en la tabla de haber polvos explosivos.

E. Presión: está en función de la presión de tarado de la válvula de alivio de seguridad.

F. Temperatura baja (Factor 0,20 a 0,50): si los equipos se encuentran expuestos a temperaturas frías.

G. Cantidad de material inflamable:

1. Líquidos o gases en procesos: está en función del peso promedio del material y la entalpia de la sustancia contenido en los tanques estacionarios.

2. Líquidos o gases en almacenados: igual que el anterior.

3. Sólidos combustibles almacenados (: igual que el apartado G.1.

H. Corrosión y erosión (Factor 0,10 a 0,75): está en función de la velocidad de corrosión por año.

J. Fugas por uniones y empaquetaduras (Factor 0,10 a 1,50): se penaliza en función al proceso que genere fugas como son compresores, uniones bridas etc.

K. Uso de calentadores con llama abierta: se determina en función a la distancia que se

encuentre una posible fuente de fuego.

L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente (Factor 0,15 a 1,5): si existe equipos que realicen intercambio de calor al material.

M. Compresores, bombas y equipos rotativos: está en función de la capacidad de compresores o similares que contribuyen a ser un factor de incidente con pérdidas.

#### *2.2.1.5. Cálculo del factor de riesgo de la unidad de proceso (F3)*

Para calcular el factor de riesgo de la unidad de proceso se utiliza la fórmula (2) que es el producto entre la sumatoria de las penalizaciones más el factor base de los riesgos generales del proceso y de la misma manera de los riesgos especiales del proceso, el mismo que se necesita para encontrar posteriormente el radio de explosión.

$$F3 = F1 * F2 \quad (2)$$

Donde:

F1: riesgos generales del proceso

F2: riesgos especiales del proceso

F3: riesgos de la unidad de proceso

Siendo una medida del daño y determina los efectos totales del fuego, como también los daños por explosión debido a la liberación de energía de la sustancia o combustibles.

#### *2.2.1.6. Cálculo del índice de incendio y explosión*

El índice de incendio y explosión es una medida de destrucción hipotética que puede presentarse en un lugar específico. Sus efectos a presentarse es incendio o explosión de una mezcla aire – combustible ya sea por una fuga y su respectiva ignición se puede clasificar dependiendo de lo siguiente: deflagración u onda explosiva, exposición al fuego debido a un escape inicial, otras fugas secundarias de combustible. Por lo que al aumentar el factor material y su factor de riesgo de la unidad de proceso aumentara el área probable de exposición.

#### *2.2.1.7. Radio de incendio*

El presente cálculo está en función del índice de incendio y explosión y con ayuda de la figura 2:

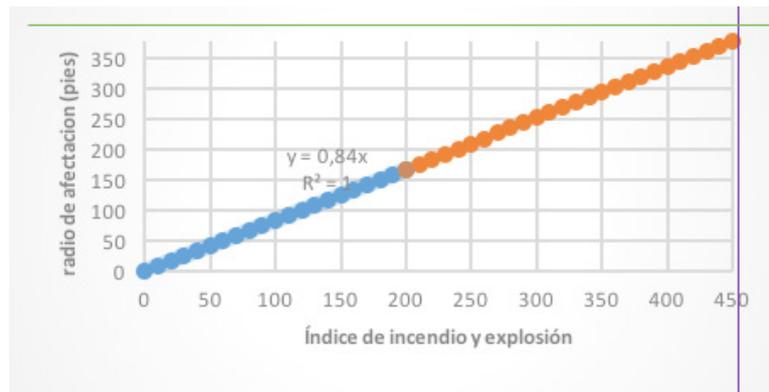


Fig. 2. Radio de afectación.  
Fuente: los autores.

### 2.3. ALOHA

ALOHA es un programa computarizado de Suite de software CAMEO usa una interfaz gráfica permitiendo la entrada de datos y su visualización de los resultados (área de posible exposición a vapores, atmosfera inflamable, sobrepresión de una explosión o radiación térmica), diseñado para personas encargados en la prevención de accidentes químicos, además ayuda en la planificación y su respectivo entrenamiento de emergencias. El propósito fundamental es la respuesta ante derrames, donde proporciona áreas especiales de riesgos debido al derrame accidental de químicos volátiles o inflamables, se preocupa principalmente del riesgo y la salud debido a inhalación de vapores tóxicos, radiación térmica, incendios y las consecuencias de la onda de presión de las explosiones, a continuación, se muestra algunos riesgos modeladas con el mismo.

#### 2.3.1. Tipos de escenarios para ALOHA

Tabla 5. Tipos de escenarios para ALOHA

Escenario/Fuente	Fuente directa	Tanque	Charco	Gasoducto
Nube de vapor	vapores tóxicos	vapores tóxicos	vapores tóxicos	vapores tóxicos
Nube de vapor (fuego destello)	área inflamable	área inflamable	área inflamable	área inflamable
Nube de vapor (explosión)	Sobrepresión	Sobrepresión	sobrepresión	sobrepresión
Fuego de piscina	N/A	Radiación térmica		N/A
explosión de vapores por la expansión de líquidos en ebullición (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) (BLEVE) Bola de fuego	N/A	Radiación térmica	N/A	N/A
Dardo de fuego	N/A	Radiación térmica	N/A	Radiación térmica

Fuente: los autores

### 2.3.2. Parámetros de análisis

Los principales parámetros de entrada de datos son:

- Datos del sitio
- Datos químicos
- Datos atmosféricos
- Tipo de escenario (intensidad de la fuente de daño)
- Resultados radios de amenaza (zona de amenaza).

## 3. Resultados

### 3.1. Análisis de riesgo de fuego e incendio para la estación de servicios ESPOCH Gasolinera Politécnica.

Tabla 6. Análisis de riesgo de fuego e incendio para la estación de servicios ESPOCH Gasolinera Politécnica.

MÉTODO MESERI ANÁLISIS PARA RIESGO DE FUEGO E INCENDIOS			
FACTORES X: FACTORES PROPIOS DE LA INSTALACIÓN		TOTAL	58
Nº	Concepto	Coefficiente de asignación	Estación de Servicios ESPOCH Gasolinera Politécnica
<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
1	Número de pisos	Altura del edificio	Asignación
	De 1 a 2 pisos	Altura menor que 6 m	3
2	Mayor sector de incendio		Asignación
	De 0 a 500 m <sup>2</sup>		5
3	Resistencia al fuego		Asignación
	Resistente al fuego (estructura de hormigón)	10	10
4	Falsos techos		Asignación
	Con falso techo combustible	0	0
<b>SITUACIÓN</b>			
1	Distancia de los bomberos	Tiempo	Asignación
	Entre 15 y 25 km.	15 y 25 minutos	2
2	Accesibilidad del edificio	Nº fachadas accesibles	Asignación
	Ancho mayor de 4 m	3 o 4	Buena 5
<b>PROCESOS Y/O DESTINO DEL EDIFICIO</b>			
Peligro de activación			Asignación
1	Alto	Instalaciones eléctricas, calderas de vapor, estado de calefones, soldaduras.	0
	Carga de fuego (térmica)		Asignación
2	Alta (gran cantidad de material combustible)	Q > 200	0
	Combustibilidad (facilidad de combustión)		Asignación
3	Alta		0
	Orden y limpieza		Asignación
4	Alto		10
	Altura de almacenamiento		Asignación
5	Menor de 2 m		3
	Factor de concentración		

1	Factor de concentración			Asignación
	Más de 2500 US\$/m <sup>2</sup>		0	0
<b>Propagabilidad</b>				
1	Propagabilidad vertical (transmisión del fuego entre pisos)			Asignación
	Baja		5	5
2	Propagabilidad horizontal (transmisión del fuego en el piso)			Asignación
	Alta		0	0
<b>Destructibilidad</b>				
1	Destructibilidad por calor			Asignación
	Alta (las existencias se destruyen por el fuego)		0	0
2	Destructibilidad por humo			Asignación
	Media (humo afecta parcialmente las existencias)		5	
3	Destructibilidad por corrosión			Asignación
	Media		5	5
4	Destructibilidad por agua			Asignación
	Media		5	5
<b>FACTORES Y: FACTORES DE PROTECCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO</b>			<b>TOTAL</b>	<b>10</b>
Factores de protección por instalación		Sin vigilancia	Con vigilancia	Asignación
1	Extintores manuales	1	2	
2	Hidrantes exteriores	2	4	10
3	Instalaciones fijas / gabinetes	2	4	
<b>FACTOR B: BRIGADAS INTERNAS DE INCENDIOS</b>			<b>TOTAL</b>	<b>0</b>
Brigada interna				Asignación
1	Si existe brigada / personal preparado		1	1
$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$		$P = \frac{5(58)}{129} + \frac{5(10)}{26} + 1$		4.17

Fuente: los autores

Según el análisis de riesgo de fuego e incendio en las instalaciones de la Estación de Servicios ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA se puede evidenciar un valor de 4.17 calificado como riesgo medio, según el método determina también como riesgo no aceptable porque es menor que 5 siendo premisas para elaborar un análisis de explosividad de los tanques estacionarios de combustibles.

### 3.2. Cálculo mediante el índice de Dow

Una vez realizada el análisis de los factores que compone el método del índice de incendio y explosión se determinó lo siguiente:

Tabla 7. Cálculo del radio de explosión mediante método Dow.

ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION		
 Diagrama "A"		
Localización: ESPOCH, Riobamba - Ecuador		Fecha: 10 de enero, 2019
Planta: Estación de Servicios "ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA".	Unidad: Tanques estacionarios	A cargo de: Lema Ch. Juan Carlos

MATERIALES Y PROCESOS			
Materiales: Gasolina súper, extra y diésel Premium			
Catalizadores:		Disolventes:	
FACTOR MATERIAL			16.00
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO		Penalización	Penalización usada
FACTOR BASE		1.00	1.00
A. Reacciones exotérmicas		(Factor 0,30 a 1,25)	1.25
B. Reacciones endotérmicas		(Factor 0,20 a 0,40)	
C. Transferencia y manejo materiales		(Factor 0,25 a 0,85)	0.85
D. Unidades de proceso cerradas		(Factor 0,30 a 0,90)	0.75
E. Acceso			0.35
F. Desagües		(Factor 0,25 a 0,50)	0.50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F1)			4.70
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		Penalización	Penalización usada
FACTOR BASE		1.00	1.00
A. Temperatura del proceso (Usar solo una)			
1. Superior al punto de inflamación		0.30	0.30
2. Superior al punto de ebullición		0.60	
3. Superior al punto de autoignición		0.75	
B. Presión baja (Inferior a la atmosférica)		0.50	0.50
C. Operación en o cerca condiciones de inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior		0.50	0.50
2. Alteración del proceso o fallo de purga		0.30	0.00
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad		0.80	0.00
D. Explosión de polvo		(Factor 0,25 a 2,00)	0.00
E. Presión de tarada válvula de alivio de seguridad			0.78
F. Temperatura baja		(Factor 0,20 a 0,50)	0.30
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos			
2. Líquidos o gases en almacenados			0.54
3. Sólidos combustibles almacenados			
H. Corrosión y erosión		(Factor 0,10 a 0,75)	0.75
J. Fugas por uniones y empaquetaduras		(Factor 0,10 a 1,50)	0.30
K. Uso de calentadores con llama abierta			0.17
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente		(Factor 0,15 a 1,5)	
M. Compresores, bombas y equipos rotativos		0.50	0.50
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F2)			5.64
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F3=F1*F2)			26.51
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN IIE=(F3*MF)			424.13
FACTOR DE DAÑO			0.83
RADIO DE EXPOSICIÓN (yardas)			356.27
RADIO DE EXPOSICIÓN (metros)			325.77

### 3.3. Cálculo mediante ALOHA

#### 3.3.1. Interfaz del software ALOHA

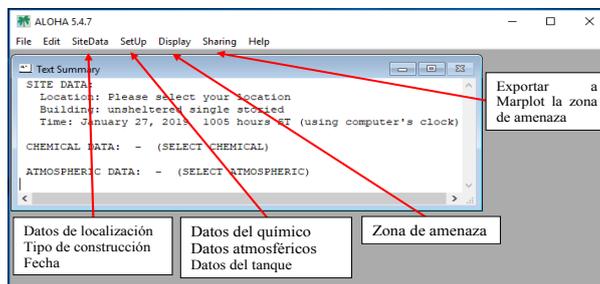


Fig. 3. Principales parámetros de la interfaz de ALOHA.  
Fuente: Manual para el usuario ALOHA.

En la figura 3 se muestra la interfaz del software ALOHA y los principales parámetros a ingresar: como datos del lugar, información del químico, información atmosférica, dimensiones del tanque, tipo de falla o evento en la fuente y finalmente se exporta los datos obtenidos a un plano que en este caso se utilizó Marplot por su compatibilidad.

#### 3.3.2. Factores de análisis:

##### SITE DATA:

Location: ESTACIÓN DE SERVICIO ESPOCH, ECUADOR  
 Building Air Exchanges Per Hour: 1.58 (unsheltered single storied)  
 Time: January 15, 2019 09:48 hours ST (using computer's clock)

##### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: N-OCTANE  
 CAS Number: 111-65-9                      Molecular Weight: 114.23 g/mol  
 PAC-1: 230 ppm    PAC-2: 385 ppm    PAC-3: 5000 ppm  
 IDLH: 1000 ppm    LEL: 9600 ppm    UEL: 65000 ppm  
 Ambient Boiling Point: 236.8° F  
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.012 atm  
 Ambient Saturation Concentration: 16,351 ppm or 1.64%

##### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 8 meters/second from 360° true at 4 meters  
 Ground Roughness: open country              Cloud Cover: 5 tenths  
 Air Temperature: 17° C                      Stability Class: D  
 No Inversion Height                      Relative Humidity: 50%

##### SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank  
 Tank Diameter: 2.309 meters              Tank Length: 6.192 meters  
 Tank Volume: 25.9 cubic meters  
 Tank contains liquid  
 Internal Storage Temperature: 17° C  
 Chemical Mass in Tank: 14,710 kilograms  
 Tank is 80% full  
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%

Fireball Diameter: 155 yards      Burn Duration: 10 seconds

**THREAT ZONE:**

Threat Modeled: Thermal radiation from fireball

Red : 353 yards --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec) (322.783 metros)

Orange: 499 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec) (456.286 metros)

Yellow: 779 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec) (712.318 metros) Radios de afectación indicado en la Figura 4.

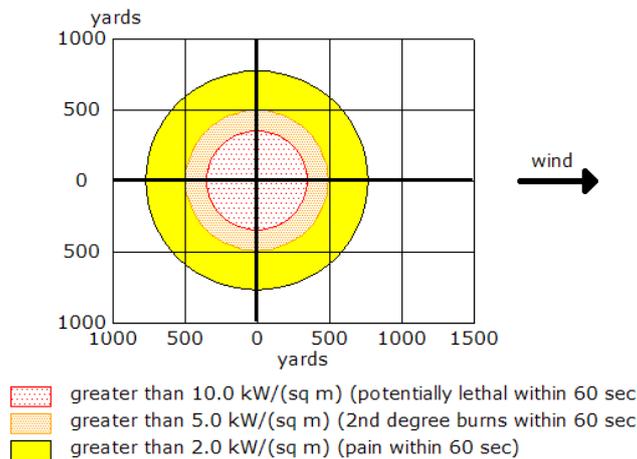


Fig. 4. Radios de afectación según ALOHA.  
Fuente: Autores, 2019.

Radios de afectación cartográfica se muestra en la figura 5,

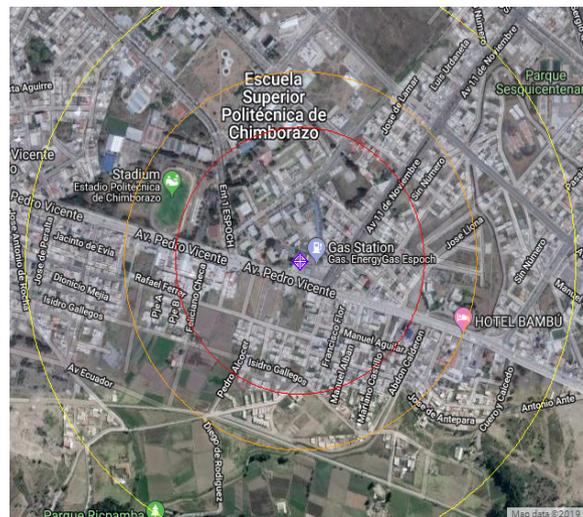


Fig. 5. radios de afectación.  
Fuente: Marplot programa.

#### 4. Conclusiones

El análisis mediante el método MESERI permitió identificar la existencia de un riesgo de fuego y explosión con un valor de 4.17 que representa un riesgo medio por lo que es necesario determinar la zona de seguridad para la estación de servicio gasolinera ESPOCH Politécnica.

Mediante la implementación y aplicación del método de índice de incendio y explosión muestra como resultado un radio de afectación de 325.77 metros y mediante el software ALOHA se observa tres radios de afectación: 322,783 metros (como potencialmente letal); 456.286 metros (presentan quemaduras de segundo grado); 712.318 metros (con presencia de dolor por efectos de la onda) en caso de presentar una explosión en los tanques estacionarios de combustibles.

El análisis de afectación por una posible explosión se determinó que la zona de seguridad para el personal de la estación de servicios ESPOCH GASOLINERA POLITÉCNICA esta fuera de un radio de 325 metros a la redonda medidos desde al área de tanques estacionarios de combustibles.

### **Bibliografía**

1. CREUS Solé, A. (2012). Técnicas para la Prevención de de Riesgos Laborales. Barcelona: Marcombo S.A.
2. Dow-Chemical, C. (1980). Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide. Madrid.
3. Gutiérrez Caques, N. (2019). Espacios para Salvaguardar vida.
4. I.N.S.H.T. (1996). Evaluación de Riesgos Laborales. Madrid.
5. INSHT, N. 5. (2001). Evaluación del riesgo de incendio: Criterios. Madrid .
6. ISO 31000, U. (2010). Gestión del Riesgo: Principios y Directrices. Madrid.
7. CAMEO Computer Aided Management Of Emergency Operations. Areal Locations Hazardous Atmospheres. Manual para Usuarios. Fecha de consulta: 13 enero 2019. Disponible en: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>
8. ALOHA Manual para Usuarios 1998 Disponible en: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/1000375Z.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1995%20Thru%201999&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C95THRU99%5CTXT%5C0000011%5C1000375Z.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=3&SeekPage=f>
9. PIEDRA Juan P. Evaluación del riesgo de incendio y explosion en una línea de extruccion de polietileno expandido. Maestria en sistemas integrados de gestión de la calidad, ambiente y seguridad. Universidad Politécnica SALESIANA. 2013.
10. VALDIVIESO T. Juan C. Determinación del nivel de riesgo de incendio en una estación de distribución de combustible. Master en seguridad, salud y ambiente. Universidad San Francisco de Quito. 2015.
11. LAGLA CH. Ángel W. Análisis de riesgos de incendio y accidentes mayores en gasolineras y estaciones de servicio que expenden líquidos combustibles en el distrito metropolitano de Quito. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo. Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015.

12. NARVÁEZ Ochoa Jorge M. Diseño de un plan de gestión de riesgos químicos y materiales en la estación de servicios las Monjas – Guayaquil. Tesis de grado previo a la obtención del título de magíster en seguridad, higiene industrial y salud ocupacional. Universidad de Guayaquil. 2014.
13. INSHT. CRUZ Gala José M. Guías para la acción preventiva en estaciones de servicio.
14. NFPA 72, U. (2010). Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.
15. normalización, I. e. (10 de 08 de 2017). Norma técnica ecuatoriana. Recuperado el 26 de 06 de 2017, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/AOC/nte\\_inen\\_iso\\_3864-1extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/AOC/nte_inen_iso_3864-1extracto.pdf)
16. NTE INEN 2239, E. (2014). Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización. Quito.
17. NTE INEN-ISO 3864-1. (2013). Simbolos Graficos de colores de seguridad y señales de seguridad. Obtenido de Símbolos gráficos. Colores de seguridad e indicaciones de seguridad.
18. Harry, C. n. (12 de 05 de 2019). *La incidencia de la formación en seguridad y salud ocupacional en el elevado índice de peligrosidad*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3868/1/056.%20CAMPOVERDE%20NARANJO%20HARRY%20JEAN.pdf>
19. Vicente, S. P. (25 de 04 de 2019). *Implementación de la gestión técnica del sistema de gestión de seguridad*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7621>
20. NTP 361, I. N. (1999). Planes de emergencia en lugares de pública ocurrencia. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_361.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_361.pdf)

# *Migración tecnológica utilizando VDSL/FTTX para mejorar los servicios de telecomunicaciones de una red de acceso en Guano*

*(Technological migration using VDSL / FTTX to improve telecommunications services in an access network in Guano)*

D. Veloz \*, V. Ramos, F. Santacruz, F. Cabrera

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador

\*Correspondencia 0987214582, diego.veloz@espoch.edu.ec, (D., Veloz-Chérrez)

## **RESUMEN**

Este trabajo detalla el uso eficiente y reutilización de recursos de infraestructura a través de la migración de una red de acceso convencional a una nueva red que implemente tecnología VDSL/FTTX para mejorar los servicios de telecomunicaciones en la ciudad Guano por intermedio de CNT EP. Se realizó un análisis comprensivo del estado actual de redes FTTX que utilizan tecnología VDSL para establecer el aporte en la mejora de servicios en redes implementadas. Por otro lado, se realizaron mediciones de los principales parámetros eléctricos (resistencia de bucle, atenuación y señal ruido) en 427 redes telefónicas en diferentes sectores del cantón Guano para conocer sus estados actuales y determinar los sectores con mayor deficiencia de servicio y que por ende no cumplían con los valores mínimos admitidos en la normativa de CNT EP. La implementación se realizó en el sector El Cisne conforme a la Normativa de diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior de CNT EP. Los resultados de la implementación permitieron tener un 91.27% de nivel de aceptación de la red con respecto a la resistencia de bucle, un 91.03% de aceptación con respecto a la atenuación y 95.29% respecto a al SNR, conforme a los establecido en la normativa vigente. Por lo tanto, la red de acceso implementada permite brindar QoS en el servicio de voz y datos para garantizar una reducción de gastos operativos, aumentar la competitividad, prestación de servicio eficiente

a los clientes y cumplimiento de requisitos de la normativa de CNT EP.

**Palabras Claves:** FTTC, VDSL, Fibra óptica, Atenuación, Resistencia de Bucle, SNR.

## **ABSTRACT**

This paper details efficient use and reuse of infrastructure through the migration from a traditional access network to a new network that implements VDSL / FTTX technology in order to improve telecommunications services in Guano city through CNT EP. The current state of FTTX networks that use VDSL technology was analyzed in order to establish the contribution for improving services in networks already implemented. On the other hand, measurements of electrical parameters (loop resistance, attenuation and signal noise) were carried out on 427 telephone networks in different sectors of Guano city to know their current states and decide the sectors with the greatest service deficiency and did not meet the minimum values allowed in the CNT EP regulations. The implementation was carried out in El Cisne sector in accordance with the External Plant Design Regulations with External Access Platforms for Network Deployment with VTL / FTTC Technology, by CNT EP. The results of the implementation showed 91.27% acceptance level of the loop resistance in the network, a 91.03% acceptance level of the attenuation and a 95.29% with respect to the signal noise, in accordance with

the parameters established in the regulations. In conclusion, the access network with VDSL / FTTC technology implemented allows to provide QoS in the voice and data service in order to guarantee an efficient service to the clients and fulfilling all the

requirements requested by the CNT EP.

**Keywords:** FTTC, VDSL, Fiber optic, Attenuation, Loop Resistance, SNR.

## 1. Introducción

En la actualidad las telecomunicaciones tienden a la integración de todo tipo de servicios en una sola infraestructura de red. Estas redes deben ofrecer calidad de servicio, capacidad, fiabilidad y seguridad equivalente al de las redes telefónicas públicas conmutadas. Para darle solución al desarrollo de estas redes, han aparecido en el mercado numerosos equipos, técnicas, tecnologías y protocolos que permiten la creación de modelos de redes capaces de cubrir dichas necesidades. Estos modelos son conocidos como modelos de Red de Próxima Generación NGN (Next Generation Networks). (1)

Dentro de una red NGN se encuentran los armarios inteligentes que proporcionan el servicio de Voz sobre IP (VoIP) y servicios de banda ancha. De igual manera, estos armarios integran plataformas con equipos de tecnología DSLAM (Multiplexor de Línea de Acceso de Abonado Digital), los cuales con necesarios para brindar servicio con tecnología VDSL (Very high-bit-rate Digital Subscriber Line). Esto permite la provisión de servicios de voz y de banda ancha a los usuarios. Además, estos dispositivos permiten utilizar gran parte de los elementos de la red telefónica actual, factor importante para la reutilización de recursos y su eficiente uso. Por lo tanto, el objetivo de esta migración es proveer servicios de voz y datos a usuarios que no los poseen. En los sectores residenciales, una opción para lograr altas velocidades para transmisión de datos se logra a través de una red de cables de fibra óptica alimentando a unidades ópticas de red con conexión final a través de la red telefónica de cobre. (2)

El punto clave tecnológico y de diseño de VDSL es aumentar el espectro de frecuencias al generar un ancho de banda de hasta 52 Mbps (5 veces más que ADSL), lo cual supone que la integración de servicios de banda ancha pueden ser distribuidos por este tipo de redes. Las características de VDSL son suficientes para proveer servicios antes de implementación de una red FTTH. Sin embargo, se espera que en un futuro se logre una implementación en la mayoría de redes metropolitanas, hecho que no ha sucedido aún por costos de instalación, y por falta de popularización de la mayoría de servicios. (2)

Una instalación telefónica consiste de un par de cables de cobre que la compañía telefónica instala en el hogar. Estos cables tienen suficiente ancho de banda para transportar datos y conversaciones de voz por el mismo medio, pero dado que las conversaciones de voz consumen sólo una pequeña porción de la capacidad disponible de los cables, entonces VDSL explota esta capacidad restante para transportar información, sin descuidar el servicio de voz. (3)

Los servicios estándar limitan las frecuencias que los switches, los teléfonos y otros equipos pueden transportar. Por ejemplo, la voz humana puede ser transportada en un ancho de banda de 4KHz y dado que los cables pueden transportar frecuencias de varios MHz, se puede aprovechar esta capacidad restante con equipos modernos que envían señales digitales. Por esta razón, VDSL es el punto clave ya que utiliza dos tipos de equipamiento, una del lado del usuario, otra del proveedor. (3)

Buscando atender los nuevos requerimientos de los clientes en cuanto a servicios de voz y datos, se pretende reutilizar las redes telefónicas existentes con el fin de generar reducción de costos operativos, aumentar su competitividad, mejorar la calidad de servicio de los clientes y extender su escalabilidad.

En la actualidad, la población de Guano cuenta con redes telefónicas que proveen servicio de voz y datos limitados en algunos sectores y en otros solo servicio de voz, por lo cual se ha tomado esta problemática para realizar el mejoramiento de estas redes telefónica, permitiendo incluir nuevos servicios de última generación que servirán para el desarrollo de este sector de Provincia de Chimborazo.

Por todo lo que antecede y la importancia del tema, se direcciona la presente investigación para el Diseño e Implementación de una red de acceso con fibra óptica utilizando tecnología VDSL/FTTX, para mejorar los servicios de telecomunicaciones de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano.

### *1.1. Trabajos Relacionados*

Estudios anteriormente desarrollados sobre temas relacionados al presente trabajo respaldan la investigación y establecen métodos de análisis. Entre estos trabajos se tienen los siguientes:

“Red de acceso con Fibra Óptica mediante Tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación nacional de Telecomunicaciones EP. (Empresa Pública)” (8), concluye que “Debido al avance de las telecomunicaciones a nivel mundial y nacional han surgido nuevas tecnologías capaces de proveer a los usuarios nuevos y mejores servicios, siendo las redes FTTX una buena alternativa para acceder a aplicaciones que requieren banda ancha utilizando el cableado de cobre existente, esto gracias a VDSL que también es de última generación.”

“Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play” (3). Este estudio analiza los aspectos técnicos para la instalación de los armarios inteligentes en puntos estratégicos en los diferentes sectores del cantón Azogues, evidenciando la factibilidad de implantación de la tecnología VDSL/ FTTX.

“Despliegue de las técnicas VDSL2. Evaluación preliminar” (2). En este estudio se analiza la tecnología VDSL, su arquitectura física y lógica, así como esquemas de las diferentes Redes que pueden trabajar con esta tecnología.

## **2. Metodología**

El desarrollo de este trabajo es experimental debido a que se trata de una implementación, para lo cual se manipularan variables con el objetivo de evaluar y examinar los efectos que se manifiestan en la variable dependiente cuando se introduce la variable independiente, es decir observar sus consecuencias que en este caso es el mejoramiento de calidad de servicio. El diseño e implementación de la nueva red para la migración tecnológica se realizó a partir de mediciones de campo mediante el equipo Dynatel 965AMS, las cuales permitieron la obtención

de la información en el lugar de investigación mediante la recolección de información y parámetros necesarios para la evaluación e identificación de la problemática existente.

El análisis inductivo-deductivo de los datos recolectados permite estudiar el problema desde su globalidad para establecer soluciones en sectores específicos donde se han determinado deficiencias en los servicios y que ayudarán a mejorar la calidad en la nueva red implementada. Además, a través de la observación por medio de mediciones y por recolección de datos y la experimentación por medio de la implementación, permitirá llegar a una conclusión general. Cada elemento de las redes es analizado para observar las causas, la naturaleza y los efectos que permiten comprender de mejor manera su comportamiento.

### 2.1. *Sistemas de Telecomunicaciones*

La finalidad de un sistema básico de telecomunicaciones es comunicar dos o más usuarios, permitiendo la transferencia de la información entre ellos. Existen algunos tipos de redes de telecomunicaciones, tanto públicas como privadas. A nivel del mundo la telefonía pública consiste en una de las mayores redes de telecomunicaciones. Durante los últimos años se han producido avances significativos en la oferta de servicios de acceso a Internet, con un crecimiento sostenido de los accesos mediante ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) y redes de cable. (1)

En general, las tecnologías de acceso de banda ancha han experimentado un aumento importante de prestaciones en los últimos años, consiguiendo que se puedan ofrecer todo tipo de servicios, incluso los más exigentes. Las principales tecnologías de acceso, considerando tanto sus características técnicas de prestaciones y escalabilidad, como su adecuación a los servicios de telecomunicación. Siendo el objetivo principal la convergencia de redes, en un contexto en el que los operadores buscan ofrecer paquetes de servicios cada vez más completos, por ejemplo telefonía, televisión e Internet (triple play), con el objeto de mejorar su posición competitiva y captar nuevos clientes. (1)

### 2.2. *VDSL Very High Speed Digital Subscriber Line*

Very High Speed Digital Subscriber Line o llamada también línea de abonado digital de muy alta tasa de transferencia, representa el último estándar tecnológico para la familia xDSL, al implementar la tecnología anterior ADSL, en muchos aspectos como ancho de banda, simetría y capacidad de proveer los servicios avanzados de última generación, los cuales incluyen data, video y voz. El punto clave tecnológico y de diseño de VDSL es aumentar el espectro de frecuencias al generar un ancho de banda de hasta 52 Mbps, (mas de 5 veces ADSL), lo cual supone que la integración de servicios de banda ancha pueden ser distribuidos por una red VDSL, sin problema alguno.(4)

VDSL ha sido creado para proveer el enlace final entre una red de fibra óptica y una red de cobre, con lo cual el medio físico utilizado es autónomo. Una de las ventajas es utilizar la infraestructura existente de cableado local. (4) La Fig. 1 muestra la arquitectura VDSL.

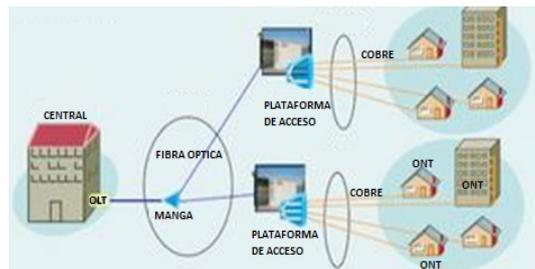


Fig. 1. Arquitectura VDSL.  
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores

### 2.2.1 Características de VDSL

Desde el punto de vista tecnológico, la sucesora del ADSL se considera al VDSL. En sentido descendente ADSL suministra transporte de datos de varios Mbps, mientras que en sentido ascendente facilita cerca de 1 Mbps. Por su parte, VDSL puede transportar datos de video y de otros tipos de tráfico a velocidades de hasta 58 Mbps, por lo tanto las velocidades que ofrece el VDSL son de cinco a diez veces superiores a ADSL. Adicionalmente, al instalarse de forma simétrica o asimétrica, se adecúa mejor a las exigencias del mercado.

En el ambiente de agencias, VDSL puede satisfacer: la demanda creciente de acceso de datos más rápido, las llamadas de videoconferencia de gran calidad entre varias localidades.(5)

Entre las aplicaciones comerciales típicas que VDSL puede soportar, se encuentran la interconexión de VPN y LAN (5). La tecnología VDSL basada en equipos de arquitectura de banda ancha satisface la demanda de mayor ancho de banda para el transporte de servicios, lo cual puede simultáneamente proporcionar un acceso a Internet más rápido, video interactivo y mayor velocidad para los servicios de comunicación de voz y datos (6).

VDSL será suministrada a menudo desde un gabinete situado en la calle equipado con una fibra óptica conectada a la red backbone por motivo de las restricciones de distancia Esta topología, es la FTTCab y se muestra en la Fig. 2.

### 2.3. Redes FTTX (7)

Las llamadas redes de fibra FTTx (fiber-to-the, Fibra hasta), donde se llega con fibra a lugares cercanos al usuario final, pueden ser de diferente tipo, entre ellas tenemos:

FTTN (Fiber-to-the-node): el tramo de fibra termina en una cabina situada en la calle de entre 1,5 a 3 km del usuario.

FTTC (Fiber-to-the-curb): hasta la acera y la terminación con xDSL hasta la residencia. En este caso la cabina se encuentra más próxima al usuario, a una distancia entre 300 y 600 metros.

FTTB (Fiber-to-the-building o Fiber-to-the-basement): el proveedor de servicio llega hasta el cuarto de distribución del edificio. A partir de este punto se llega hasta el usuario normalmente utilizando par de cobre.

FTTH (Fiber-to-the-home): la fibra llega al interior o a la fachada de la vivienda. La Fig. 2 muestra las arquitecturas de las diferentes redes FTTX.

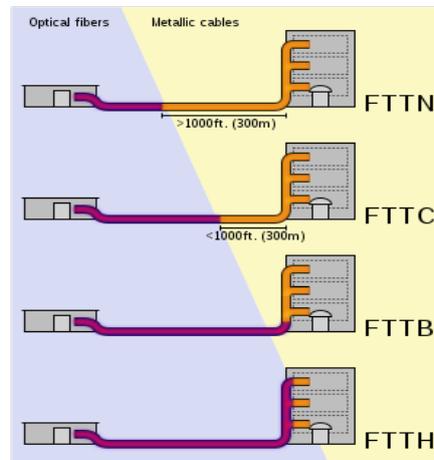


Fig. 2 Arquitecturas FTTX.  
Fuente: Marchukov, 2011

#### 2.4. Red FTTC

Fibra hasta la acera es una arquitectura avanzada de red de fibra/cobre híbrida que ofrece más capacidad de ancho de banda que las redes de cobre tradicionales. La arquitectura híbrida de fibra/cobre utiliza infraestructura de fibra óptica implementada desde el centro de conmutación central hasta la acera y aprovecha el uso de la infraestructura de cobre heredada existente para el suscriptor final.(7)

El nodo de conexión se encuentra a una distancia inferior a los 300 metros del punto final (la conexión en el domicilio). Al ser el sistema FTTC un sistema en banda base el mecanismo de multiplexado para repartir la información a los usuarios se realiza con técnicas TDM. El multiplexado de la unidad óptica puede realizarse mediante un conmutador ATM que maneja anchos de banda del bucle de abonado cercanos a los 50 Mbits sobre cable de cobre. La MDU (Multi-Dwelling Unit) sería en este caso un mini-DSLAM con un puerto GPON hacia la central del operador y puertos VDSL2, en ocasiones también ofrecen puertos RF, E1/T1 o FE/GbE) hacia los usuarios, como muestra la Fig. 3.(7)

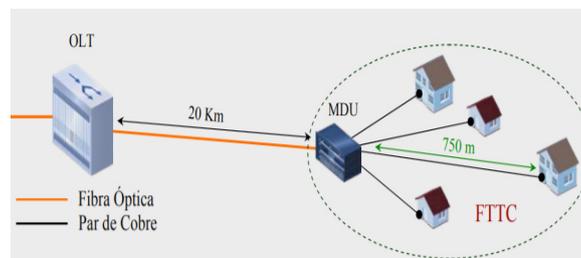


Fig. 3 Topología FTTC.

## 2.5. Población De Estudio

La población para este estudio se considera a todos los usuarios del servicio de telefonía fija e internet suscritos a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en el sector de Guano, actualmente son un total de 1798 usuarios distribuidos en 6 sectores estratégicos.

## 2.6. Unidad de Análisis

La unidad de análisis que referencia a la presente investigación, es la disponibilidad de los datos de la CNT EP. Los datos a ser analizados serán todos y cada uno de los valores obtenidos durante las pruebas de campo realizadas de los parámetros de la red como son: Resistencia de bucle, aislamiento, longitud de la línea, voltajes de AC y DC y relación señal a ruido SNR.

## 2.7. Selección de la Muestra

Debido a que la población está subdividida en sectores o estratos, para seleccionar el tamaño de la muestra se utilizará un muestreo estratificado aleatorio de la población en estudio.

## 2.8. Tamaño de la muestra

Se obtendrá mediante la respectiva fórmula estadística, debiéndose calcular para cada uno de los sectores involucrados en la presente investigación.

$$n = \frac{Z^2 * q * p * N}{N * E^2 + Z^2 * (p * q)} ; \quad (1)$$

En donde:

N: Tamaño de la Población

E: Error o Precisión =>(0.10) = 10%

Z: Nivel de Confianza =>(1.96) correspondiente al 95%

p: Variabilidad Positiva =>(0.5)

q: Variabilidad Negativa =>(0.5)

En la Tabla 1. visualiza la muestra obtenida para cada sector, mediante la aplicación de la ecuación (1).

Tabla 1. Cálculo de la Muestra.

Sectores	Distritos	Usuarios	Muestra
Sector 1	Distrito 1	503	80 usuarios
Sector 2	Distrito 2	306	73 usuarios
Sector 3	Distrito 3	328	74 usuarios
Sector 4	Distrito 4	205	65 usuarios
Sector 5	Distrito 5	224	67 usuarios
Sector 6	Distrito 6	232	68 usuarios
<b>TOTAL</b>		<b>1798</b>	<b>abonados</b>

## 2.9. Recopilación de los datos

Con la muestra obtenida por cada distrito se procedió a realizar las mediciones eléctricas en las respectivas redes telefónicas, de forma aleatoria. Se solicitó los listados de los clientes existentes en cada distrito, información adquirida del sistema Open Flexis y GIS de la CNT EP. y con la ayuda de un generador aleatorio de números se seleccionó las redes telefónicas a ser medidas.

Para la realización de las pruebas de campo se utilizó el Equipo Dynatel 965AMS este equipo combina los instrumentos de medición más comunes de uso en redes de telecomunicaciones de cobre para Voz y Banda Ancha con la facilidad de usar módulos de prueba enchufables, posee un TDR + Analizador + Localizador de fallas en red Telefónica + MODEM ADSL2.

A los valores obtenidos se les asigna una valorización según la escala de Likert, que para el análisis lo llamaremos nivel de aceptación en cada uno de los parámetros medidos, para realizar el estudio de los datos de mejor manera, tomando en cuenta los tres parámetros principales para evaluar el funcionamiento de las redes telefónicas, basándose en los valores establecidos por la Normativa vigente de la CNT EP., estos parámetros son; Atenuación, Resistencia de Bucle y SNR, considerando la valoración del 100% al valor óptimo de aceptación para un buen funcionamiento de las redes telefónicas. Por lo tanto se define categorías simétricas con cada uno de los parámetros analizados, como muestran las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. Valoración Atenuación

Atenuación (dB)	Valor (% de aceptación)
45 - 33.76	0% - 25%
33.75 - 22.51	26% - 50%
22.50 - 11.26	51% - 75%
11.25 - 0.1	76% - 100%

Tabla 3. Valoración Resistencia de Bucle

Resistencia de Bucle ( $\Omega$ )	Valor (% de aceptación)
50 - 262.5	100% - 75%
262.51 - 475	74% - 50%
475.1 - 687.5	49% - 25%
687.51 - 900	24% - 0%

Tabla 4. Valoración SNR

SNR (dB)	Valor (% de aceptación)
12 - 19	0% - 33%
20 - 26	34% - 66%
27 - 33	67% - 100%

Mediante la valoración de los parámetros eléctricos de medición se obtuvo de manera más clara el sector donde la red necesita mejorar su calidad técnica para dotar de servicio eficiente y de esta manera realizar la implementación de la nueva Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, para mejorar los servicios de Telecomunicaciones. Los resultados de las mediciones realizadas según el nivel de aceptación se muestran en la tabla 5.

*Tabla 5. Resultados Obtenidos*

Sector	n	VAL MÁXIMOS %			VAL MÍNIMOS %		
		R_B	ATN	SNR	R_B	ATN	SNR
1	80	92,54	92,36	95,45	45,64	44,35	14,29
2	73	93,51	93,36	95,45	69,37	68,64	14,29
3	74	66,69	65,90	95,24	33,94	32,37	14,29
4	65	50,37	49,19	95,24	6,70	4,48	14,29
5	67	84,26	83,89	80,95	35,83	34,31	14,29
6	68	Fuera rango	Fuera rango	9,52	Fuera rango	Fuera rango	4,76

En base a la análisis realizado se concluyó que fue de vital necesidad la implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTH, en el sector que comprende el distrito 6.

### 2.10. Diseño e Implementación

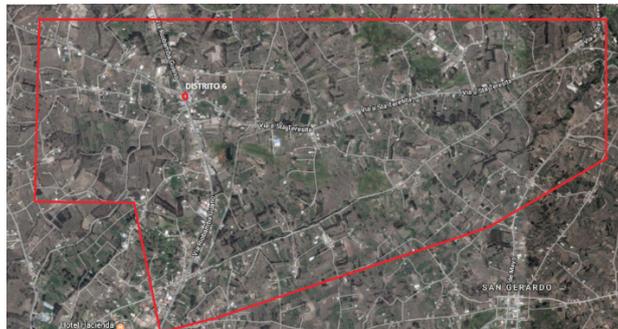
El diseño e implantación de la red se realizo según la Normativa de Diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior para Despliegue de Red con Tecnología VDSL/ FTTH de la CNT EP.

### 2.11. Diseño de la Red

Mediante el análisis realizado y la identificación del sector donde es necesario la implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTH, se procedió con el diseño de la red.

#### 2.11.1. Análisis de la Red de Cobre Existente

El distrito 6 de la Central Telefónica de Guano se encuentra ubicado en Langos Panamericana y Vía a Riobamba a 3,526 Km de la central y su cobertura comprende los barrios; San Gregorio, San Francisco, El Rosario, Los Elenes, Langos Panamericana, La Inmaculada y Langos Chico, proveyendo de servicio de telefonía fija e internet a 232 usuarios, cuya ubicación geográfica se muestra en la fig. 4



*Fig.4. Ubicación geográfica del distrito y su cobertura.  
Fuente: Google Earth.*

El distrito 6 se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Red Primaria: 300 pares (Regletas 31 a la 36)

Red Secundaria: 450 pares (Series A,B,C,D,E,F,G,H,I)

La Red Secundaria se encuentra en perfecto funcionamiento, se recopiló los datos de distancias tanto de la caja de dispersión más lejana, así como la distancia de la central hasta el armario de distribución. Estos datos ayudaron al dimensionamiento de los nuevos equipos y enlaces necesarios para la implementación del servicio propuesto.

El objetivo fue utilizar la mayor parte de la infraestructura instalada, mediante la tecnología de acceso VDSL, la cual puede mantener la red secundaria de cobre existente, realizando un estudio de cobertura de la red se encontró que la mejor ubicación del equipo de plataforma exterior es en el sector del Cisne 1 Km vía Los Elenes como muestra la fig. 5, el cual permite brindar cobertura al todo el sector.

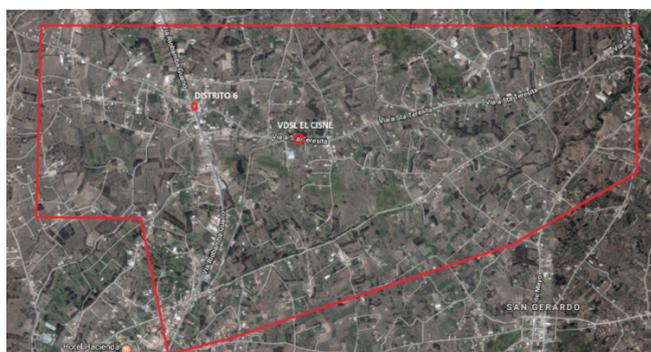


Fig. 5 Ubicación Equipo de Plataforma Exterior.  
Fuente: Google Earth

### 2.11.2 Diseño de la red de Accesos

Para el Diseño e Implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, se realizó bajo el criterio de la Normativa de Diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior para Despliegue de Red con Tecnología VDSL/FTTC, por consiguiente uno de los elementos fundamentales en el diseño es la fibra óptica. Para realizar el diseño se debe precisar primero algunas cualidades que se mencionan a continuación:

Tipo de fibra óptica a utilizar: monomodo aérea G-652D de 144 y 12 hilos.

Tipo de tendido de fibra óptica (aérea y subterránea).

Equipos de telecomunicaciones y elementos que conforman la red de acceso.

La elección de cada uno de los puntos citados anteriormente se define en base a criterios técnicos y de costo-beneficio.

### 2.11.3. Ruta de la Red de Acceso con Fibra Óptica

En la fig. 6 se muestra un breve diagrama de la red de fibra óptica. La Red de Accesos con fibra óptica se proveerá del servicio desde el nodo AMG UNACH, en la fig. 7 se puede observar el diagramas de transmisión, con fibra óptica G652D de 144 hilos el enlace se despliega por la vía a Guano 2,5 Km hasta llega al desvío de Santa Teresita sector La Capilla, en la cual se ubica

empalme y de ahí continua el despliegue de la fibra óptica G6652D 12 hilos 900 m hasta llegar a la ubicación del equipo de plataforma exterior llamado VDSL EL CISNE. Mediante cable múltipar de cobre se realiza la conexión con el armario reflejo el cual proveerá el servicio a todo el sector.

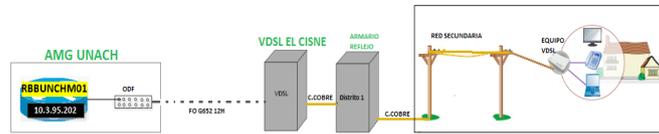


Fig.6 Red de Fibra Óptica.

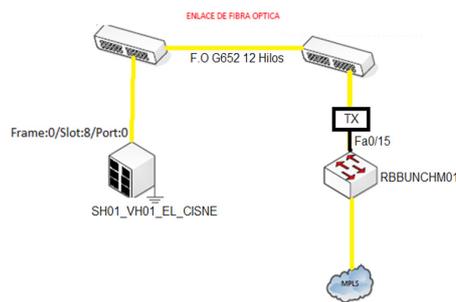


Fig. 7 Diagrama de Transmisión Red de Fibra Óptica.

En la fig. 8 se muestra el despliegue de red secundaria del sector.



Fig. 8 Red Secundaria sector El Cisne.

## 2.12. mplementación de la Red

Finalmente se procedió con la implementación de la Red de Accesos utilizando Tecnología VDSL/FTTX.

Tendido de Cable de Fibra Óptica de la Red de Accesos.

Construcción de las bases de Equipo de Acceso de Plataforma Exterior y Armario Reflejo.

Instalación del Equipo de Acceso de Plataforma Exterior y Armario Reflejo.

Configuración del Equipo de Acceso de Plataforma Exterior.

Pruebas del Enlace de Transmisión.

Pruebas Continuidad en POST-LINE.  
 Migración de los clientes.  
 Comprobación de servicio equipo del cliente.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Análisis de Resultados

Luego del diseño e implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC y con la red ya operativa para verificar el mejoramiento del servicio en el sector del Cisne, tomando en cuenta los parámetros admitidos por la CNT EP para el buen funcionamiento de las redes telefónicas de Cobre/VDSL, se efectuaron nuevamente las mediciones de los parámetros eléctricos de la red, en las 68 redes telefónicas que se midieron antes de la implementación y se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Resistencia de Bucle

La nueva red ha mejorado 91.27% a una distancia de 0,268 Km.

#### Atenuación

Considerando que a menor atenuación mayor calidad del servicio puede brindar la red, se observa que el valor máximo de aceptación en la nueva red es del 91.03% a una distancia de 0,268 Km garantizando el funcionamiento óptimo de la red.

#### SNR

El valor promedio es 25dB, demostrando que la red ha mejorado de manera notoria con un valor máximo de aceptación del 95.29% lo cual garantiza el funcionamiento óptimo de los servicio de voz y datos.

Se realizó un análisis estadístico de medias de los datos obtenidos durante el presente trabajo como muestra la tabla 6 y se pudo comprobar que existe una diferencia significativa entre las medias de los parámetros eléctricos medidos antes y después de la implementación.

Tabla 6. Estadísticas de Medias

Parámetro	Tecnología	Media	INTERVALO DE CONFIANZA A 95%	
			Inferior	Superior
RES_B	COBRE	1422,35	1366,61	1475,64
	VDSL	405,36	360,03	452,14
ATEN	COBRE	77,02	74,00	79,90
	VDSL	21,95	19,49	24,48
SNR	COBRE	11,41	11,01	11,82
	VDSL	25,05	23,89	26,22

Se evidenció mediante las mediciones eléctricas de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC implementada, cumple con todos los requerimientos solicitados por la CNT EP., asegurando el funcionamiento óptimo del servicio de voz y datos

que provee la empresa en el sector del Cisne cumpliendo con el objetivo principal propuesto al inicio de este trabajo que es mejorar la calidad del servicio de los clientes actuales, así como también asegurando la dotación de un servicio eficiente a futuros clientes.

### 3.2. *Discusión*

Después de realizar el trabajo de investigación en relación a los estudios anteriormente desarrollados sobre temas afines a la propuesta que respaldan la investigación, podemos concluir lo siguiente:

Tesis de titulación: ***“Red de acceso con Fibra Óptica mediante Tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación nacional de Telecomunicaciones EP. (Empresa Pública)”***. (Oviedo, 2011), concluye que “Debido al avance de las telecomunicaciones a nivel mundial y nacional han surgido nuevas tecnologías capaces de proveer a los usuarios nuevos y mejores servicios, siendo las redes FTTX una buena alternativa para acceder a aplicaciones que requieren banda ancha utilizando el cableado de cobre existente, esto gracias a VDSL que también es de última generación.”

La característica principal de las redes que utilizan tecnología VDSL es reutilizar las redes de cobre existentes con la finalidad de mejorar los servicios en las redes telefónicas, de tal manera que con implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC se ha podido comprobar la mejora de los servicios en un promedio del 92.5% con respecto a los parámetros de funcionamiento de las redes telefónicas.

Tesis de titulación: ***“Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play”*** (Sigüencia & Villacreses, 2011). Este estudio analiza los aspectos técnicos para la instalación de los armarios inteligentes en puntos estratégicos en los diferentes sectores del cantón Azogues, evidenciando la factibilidad de implantación de la tecnología VDSL/ FTTX.

Mediante la implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC se ha evidenciado que se puede dotar de tecnología de última generación a los usuarios, sin necesidad que los costos de la red sean elevados, reutilizando la red de cobre existente y proporcionando calidades óptimas de funcionamiento en la red implementada, siendo este el valor agregado del presente trabajo de investigación.

Tesis de titulación: ***“Despliegue de las técnicas VDSL2. Evaluación preliminar”*** (Valarezo, 2013). En este estudio analiza la tecnología VDSL su arquitectura física y lógica, esquemas de las diferentes Redes que pueden trabajar con esta tecnología.

Las redes FTTC utilizan la tecnología VDSL como mejor opción para la realizar la implementación de redes de accesos, para mejorar la calidad de servicios en redes de cobre existentes, esta tecnología se acopla fácilmente a todos los tipos de redes de la familia FTTX.

Los trabajos antes mencionados son puramente teóricos los cuales sirvieron de base para la realización de este trabajo de investigación. Se tomó como referencia la Normativa de Diseño y Construcción de Planta Externa vigente en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones,

la cual detalla los valores máximos y mínimos del conjunto de parámetros eléctricos para el funcionamiento de las redes telefónicas. Para un mejor análisis de los resultados, se ha considerado el nivel de aceptación en las redes medidas antes y después de la implementación, la tabla 7 visualiza el porcentaje de aceptación de los parámetros eléctricos medidos, se pudo comprobar que existe una diferencia significativa entre las medidas de los parámetros eléctricos antes y después de la implementación de la red, asegurando un buen funcionamiento de la red telefónica implementada y cumpliendo con la Normativa de Diseño y Construcción de Planta Externa vigente en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

*Tabla 7. Valores niveles de aceptación.*

<b>PARÁMETRO ELÉCTRICO</b>	<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>% NIVEL DE ACEPTACION</b>
ATENUACION	COBRE	FUERA DE RANGO
	VDSL	91,03
RES_BUCLE	COBRE	FUERA DE RANGO
	VDSL	91,27
SNR	COBRE	4,76
	VDSL	95,26

En base a los resultados obtenidos y mediante la implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC se ha comprobado que se puede ofrecer tecnología de última generación, sin necesidad elevar costos de implementación, reutilizando la red de cobre existente y facilitando calidades optimas de funcionamiento en las redes telefónicas, siendo este el aporte investigativo del trabajo realizado.

#### **4. Conclusiones**

Las redes FTTX que utilizan tecnología VDSL permiten tener altas velocidades de transmisión de datos a distancias que no cubren las redes de cobre actuales, mejorando la calidad de servicio de la población y generando un incremento de usuarios para el proveedor de servicios. Por esta razón se aprovechó la característica de VDSL para implementar una nueva red, pensando en la optimización de recursos ya que se tenía una infraestructura una red telefónica de cobre tradicional ya implementada y en donde los parámetros de funcionamiento de la red son deficientes.

Dentro de las arquitecturas FTTX, la solución más factible para la implementación de la red, es una red con arquitectura FTTC (Fibra hasta la acera o Bordillo). Es la más utilizada en la actualidad debido a que la fibra óptica se emplea desde las instalaciones del proveedor de servicio hasta un armario inteligente y por lo tanto la infraestructura reutilizada es la red de cobre existente que llega al usuario.

Mediante la recopilación y el análisis de los datos obtenidos en las mediciones eléctricas de los principales parámetros de funcionamiento de 427 redes telefónicas en el cantón Guano, se evidenció que el sector El Cisne tenía la red donde la calidad de servicio era limitada, debido a la distancia desde la central telefónica. Por lo tanto justificaba la implementación de una

migración de red de acceso con fibra óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTC para mejorar los servicios de telecomunicaciones. Existiendo la factibilidad técnica y económica proporcionada por parte de la CNT EP. para la implementación de dicha Red debido a las necesidades de mejorar su nivel calidad de servicio.

La implementación de VDSL/FTTC en una infraestructura de cobre ya implementada demostró el mejoramiento significativo en la provisión de servicios de telecomunicaciones de voz y datos a través de reutilizar los recursos de infraestructura ya implementados, por lo cuál VLSM permitió integrar una red híbrida de fibra óptica y red de cobre, cumpliendo con la Normativa de Diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior para Despliegue de Red con Tecnología VDSL/FTTC, se realizó el diseño e implementación de la Red de Acceso, en el sector El Cisne.

El diseño y la implementación de la nueva red de acceso cumplió con todos los requerimientos solicitados por la CNT EP, la cuál es la empresa dueña de la infraestructura. Se lograron valores de hasta un máximo 32 dB de SNR frente a los 12 dB medidos inicialmente y  $74,23 \Omega$  de resistencia de bucle que corresponden al 95,26% y 91,27% de nivel de aceptación de la red respectivamente. En cuanto a la atenuación, se logró reducirla hasta un 4,02 dB lo que representa un nivel de aceptación de 91,03% asegurando el funcionamiento óptimo del servicio de voz y datos que provee la empresa en el sector del Cisne, así como también asegurando la dotación de un servicio eficiente a futuros clientes.

### Bibliografía

1. Álvarez, M., Campana, J., Berrocal, F., & González, V. Tecnologías de Banda Ancha y Convergencia de Redes. [internet] 2009 (G. S.A., Ed.) (1ed ed.). Madrid. Disponible en [http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL\\_LIBRO\\_2009\\_01.pdf](http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf)
2. Valarezo, J. Despliegue de las técnicas VDSL2. Evaluación preliminar. [internet] 2013. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/515/1/T-UCSG-POS-MTEL-11.pdf>
3. Sigüencia, J., & Villacreses, A. Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la corporación nacional de telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play. [internet] 2011. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1082/1/UPS-CT002151.pdf>
4. Alvarado, B. Principios Básicos para la Implementación de VDSL. Universidad Galileo. [internet] 2007. Disponible en [http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/25/1/TESIS\\_VDSL.pdf](http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/25/1/TESIS_VDSL.pdf)
5. Blanco, A. Tecnologías de acceso de banda ancha y su integración con ATM. [internet] 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm2.shtml>
6. Vega, M. *TECNOLOGÍA VERY HIGH SPEED DIGITAL*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. 2002. Retrieved from [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11310/1/vega\\_sm.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11310/1/vega_sm.pdf)
7. Marchukov, Y. Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH. [internet] 2011. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13413/memoria.pdf?sequence=1>
8. Phillipson, F. A Cost Effective Topology Migration Path Towards Fibre. 2014. Lecture Notes on Information Theory Vol. 2, No. 1

9. Oviedo, J. Red de Acceso con Fibra Óptica mediante Tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP. (Empresa Pública). [internet] 2011. Disponible en [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis\\_t654ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis_t654ec.pdf)
10. J.J. Chen, L. Wosinska, C. Mas Machuca, M. Jaeger. 2010. Cost vs. Reliability Performance Study of Fiber Access Network Architectures. *IEEE Communications Magazine*, pp. 56-65.
11. Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP. 2012. Normas Construcción de Planta Externa.
12. Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP. 2015. Normativa de Diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior para Despliegue de Red con Tecnología VDSL/FTTC.
13. Breskovic, D. (2014). Techno-economic comparison of FTTC/VDSL and hybrid optical/wireless networks. 2014 22nd International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks. doi:10.1109/softcom.2014.7039125
14. Montero, D. R., & Torres, M. R. Tecnologías de acceso ópticas para la migración de la red de cobre a fibra.
15. R. Zhao, L. Zhou, and C. M. Machuca. Dynamic migration planning towards FTTH. *Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium (NETWORKS)*. 2010.
16. ITU-T. G.984.1: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales. 2003. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1-200803-I/es>
17. R. Zhao, W. Fischer, E. Aker, and P. Rigby, "Broadband Access Technologies," *White Paper*, pp. 6-7. 2013.
18. Geilhardt, F., Adamy, M., Lobo, J. F., López, A. S., TID, A. J. E., & BT, L. H. DB2. 3-Migration guidelines for DSL from operator's view. 2005.
19. Tahon, M., et al. Migration to Next Generation Access Networks: a Real Option Approach. 2010.
20. Mynor, F., & Ramírez, M. (2011). *Consideraciones técnicas de redes de planta externa de cobre para implementación de servicios ADSL*. Retrieved from [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0293\\_EO.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0293_EO.pdf)
21. Prieto, J. Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica. Madrid: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA. Retrieved from [http://oa.upm.es/33869/1/PFC\\_jaime\\_prieto\\_zapardiel.pdf](http://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf)

# ***Determinación de las principales causas de accidentes de tránsito en el Ecuador desde el 2016 hasta 2018***

*(Determination of the main causes of transit accidents in Ecuador since 2016 until 2018)*

E. Barrera, R. Pazmiño

Grupo de Investigación Ciencia de Datos CIDED, Carrera de Estadística Informática.  
Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador

erick.barrera@esPOCH.edu.ec

rpazmino@esPOCH.edu.ec

## **RESUMEN**

Los accidentes de tránsito en el Ecuador han causado muchos problemas en el ámbito social, ocupa el segundo lugar en mortandad por accidentes de tránsito en Latinoamérica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define un accidente de tránsito como un problema para la salud pública mundial y pueden causar graves consecuencias en las personas y generar altos costos económicos para el país, de allí la necesidad de realizar este estudio. El objetivo de ésta investigación es determinar cuáles son las principales causas que ocasionan los accidentes de tránsito, los datos fueron proporcionados por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) durante los años 2016, 2017 y 2018. La investigación es de tipo cuantitativo, de corte transversal y además un estudio descriptivo, exploratorio e inferencial no experimental. Se realizó inicialmente un estudio de normalidad de las variables de, luego se procedió a emplear pruebas estadísticas no paramétricas tales como Kruskal-Wallis (H-test) y Wilcoxon. Como parte de los resultados se encontró que la causa principal que provocó la mayor cantidad de fallecidos en accidentes de tránsito fue la de conducir desatento a las condiciones de tránsito.

**Palabras claves:** *accidentes de tránsito, Ecuador, causas, mortalidad, consecuencias serias.*

## **ABSTRACT**

Traffic accidents in Ecuador have had many problems in the social field, occupies the second place in death and traffic accidents in Latin America. The World Health Organization (WHO) defines a traffic accident as a problem for world public health and can cause severe consequences for people and generate high economic costs for the country, hence the need to carry out this study. The objective of this research is to determine which are the leading causes that cause traffic accidents, and the data was provided by the National Traffic Agency (ANT) during the years 2016, 2017 and 2018. The research is quantitative, cross-sectional and also descriptive, exploratory and non-experimental inferential study. Initially, a normality study of the variables was carried out, then nonparametric statistical tests such as Kruskal-Wallis (H-test) and Wilcoxon were used. As part of the results, it was found that the leading cause that caused the most significant number of deaths in traffic accidents was driving inattentive to traffic conditions.

**Keywords:** *traffic accidents, Ecuador, causes, mortality, serious consequences.*

## Introducción

La presente investigación hace referencia a la comparación de los accidentes de tránsito en los últimos tres años (2016, 2017 y 2018) en el Ecuador. Se puede definir como accidente de tránsito a “un problema para la salud pública mundial que puede causar graves consecuencias en las personas y generar altos costos económicos para el país” (García-García, Vera-Giraldo, & Zuluaga-Ramírez, 2011). Con este estudio se pretende determinar las principales causas de accidentes de tránsito, para así poder sugerir acciones en beneficio de la población ecuatoriana. Los accidentes de tránsito en el Ecuador han sido una de las causas más altas de las tasas de mortalidad. Según la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) las causas de estos siniestros han ido aumentando con el pasar del tiempo (Algora-Buenafé, Russo-Puga, Suasnavas-Bermúdez, Merino-Salazar, & Gómez-García, 2017). De acuerdo a las estadísticas básicas proporcionadas por la ANT menciona lo siguiente: “El tipo de accidente más frecuente es el arrollamiento-atropello a peatones y choques frontales entre vehículos en las principales provincias del país”. Las causas de los fallecimientos por AT son atribuidas a la imprudencia del conductor y peatón. Por cada 100 lesionados por arrollamiento en AT fallecieron 61 personas. ( «Vista de Caracterización de la Mortalidad por Accidentes de Tránsito en Ecuador, 2015», s. f.). Según la Organización Mundial de la Salud, el 90% de muertes por accidentes de tránsito ocurre en países de población de bajos o ingresos medios. Hablemos de tres países que año tras año tienen cifras y casos sobre accidentes de carretera: Bolivia, Perú y Ecuador. De acuerdo a las cifras y reportes presentados por la OMS, estas tres naciones se encuentran en los primeros lugares de mayor tasa de accidentes en las vías.

Ecuador, ocupa el segundo lugar en mortandad por accidentes de tránsito en Latinoamérica. Según el Director de Justicia Vial, Guillermo Abad, la situación no ha mejorado a pesar de la reforma de la ley de tránsito, ya que se ha presentado un 50% en el incumplimiento por parte de los mandatarios: “la autoridad encargada no tiene la voluntad de hacerla cumplir, cuando es completamente aplicable” (Gutiérrez, s. f.). La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que cada año mueren en el mundo cerca de 1,3 millones de personas a causa de accidentes de tránsito y hasta 50 millones sufren traumatismos no mortales en estos siniestros. En Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), ha situado los accidentes de tránsito como la sexta causa de mortalidad, detrás de enfermedades como la diabetes y afecciones cardíacas. Las causas generales de los accidentes de tránsito propuestas por la Agencia Nacional de Tránsito son las siguientes<sup>1</sup>:

- Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas o sitios peligrosos tales como: curvas, puentes, túneles, pendientes, etc.
- Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.
- Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.).
- Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).
- Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.
- Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).
- Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga).
- Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.
- Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.

- Daños mecánicos previsible.
- Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.
- Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electrónico o mecánico).
- Mal estacionado- el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que entrañen peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes.
- Malas condiciones de la vía y/o configuración. (iluminación y diseño).
- No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.
- No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.
- No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos.
- No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.
- No respetar las señales manuales del agente de tránsito.
- No respetar las señales reglamentarias de tránsito. (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).
- No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.
- Peatón que cruza la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales).
- Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.
- Peso y volumen-no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.
- Presencia de agentes externos en la vía (agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.).
- Realizar cambio brusco o indebido de carril.

Para la determinación de las principales causas, se han aplicado varios análisis estadísticos: se realizó el test de normalidad, para ello se analizó el número de observaciones y se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Luego, se aplicaron pruebas no paramétricas tales como los test de Kruskal-Wallis (o H-test) y Wilcoxon. Los softwares estadísticos utilizados fueron Minitab, Microsoft Excel, Google Docs y R con el entorno de desarrollo RStudio.

### **Metodología**

El estudio es de tipo cuantitativo con observaciones reales de los años 2016, 2017 y 2018, se realizó una investigación de corte transversal ya que no se realizan proyecciones, además un estudio descriptivo, exploratorio e inferencial no experimental. No todos los accidentes de tránsito a nivel nacional son registrados, es por ello que se utilizó un muestreo aleatorio simple para inferir sobre toda la población de accidentes producidos en todo el Ecuador. La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra con parámetro de interés la media y tamaño de población

desconocido fue  $n = \frac{z_{\alpha}^2 \cdot s^2}{E^2}$ , donde n es el tamaño de la muestra, z es el margen de confiabilidad,

E es el error y s es la desviación estándar.

La recopilación de los datos de los años de estudio considerados estuvo a cargo de los integrantes de la ANT<sup>1</sup>, que al momento de ocasionarse un accidente de tránsito los encar-

---

<sup>1</sup> <https://ant.gob.ec/>

gados del control sean éstos policía o agentes metropolitanos levantan la información como por ejemplo la fecha que se suscitó el percance, la provincia, el cantón, cual fue la causa y el número de fallecidos o lesionados. A partir de la información anterior se crean informes que el ente regulador del tránsito en el país lo actualiza periódicamente. Para analizar normalidad en las observaciones se usó el software Minitab 18 el cual ofrece muchos análisis estadísticos, tales como pruebas paramétricas y no paramétricas. Las gráficas incorporadas le ayudan a visualizar los datos y validar sus resultados («Introducción a Minitab 18», s. f.). Una vez que se conoció el test de normalidad se procedió a realizar el contraste de Kruskal-Wallis el cual nos revelará si los accidentes de tránsito por año tienen diferencia entre las medianas; a partir de esto se hará una análisis con la prueba de Wilcoxon la cual es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. (Zúñiga, s. f.), para ello usaremos el hoja electrónica Excel versión 2016 y el entorno de programación estadístico R versión 3.6.0.

## Resultados

A continuación, se muestran los resultados de los análisis estadísticos realizados:

### *Cálculo del tamaño de muestra*

Para la aplicación de la fórmula de muestreo  $n = \frac{z_{\alpha}^2 \cdot s^2}{E^2}$ , se utilizaron los siguientes parámetros:

Tabla 1: Parámetros utilizados en el cálculo del tamaño de muestra

Desviación estandar (s) =	122,21
Nivel de confianza ( $\alpha$ ) =	5%
Margen de confiabilidad (z) =	1,959963985
Error Maximo permitido (E) =	0,845
Tamaño de la muestra (n) $\geq$	80351,91883
Aproximadamente =	<b>80352</b>

El tamaño de muestra debe ser mayor o igual a 80352, se trabajó con una muestra de 80655 datos (26158 en 2016, 28967 en 2017 y 25530 en 2018).

### *Análisis Descriptivo*

A continuación, se muestra las causas de accidentes de tránsito en los años 2016, 2017 y 2018. Se puede observar en el Gráfico 1 de la muestra analizada, que la causa conducir desatento a las condiciones de tránsito es aquella con mayor frecuencia absoluta 2016 (con un número de 575), 2017 (con un número de 494) y 2018 (con un número de 668), en total 1737 causas.

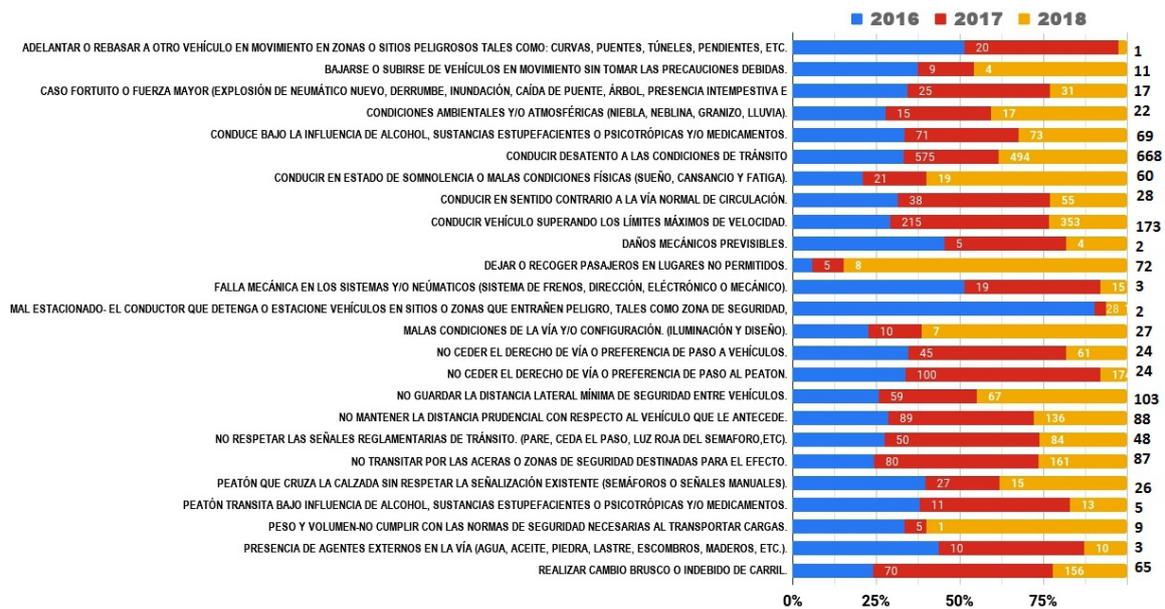


Gráfico 1: Barras apiladas comparativas de las causas en los 3 años

En el Gráfico 1 además se puede observar que las causas totales en el año 2016 (son de 1602), 2017 (son de 1977) y 2018 (son de 1637), en total 5216 causas.

En el gráfico 2 se puede observar que la causa CONducIR DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO, es la más frecuente y con muy alto valor 33.3%. Las dos causas principales, la anterior sumada a CONducIR VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD suman el 47.5% de las causas. Causas de bajo impacto son PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.), PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS y DAÑOS MECÁNICOS PREVISIBLES que juntas solo son un 1%.

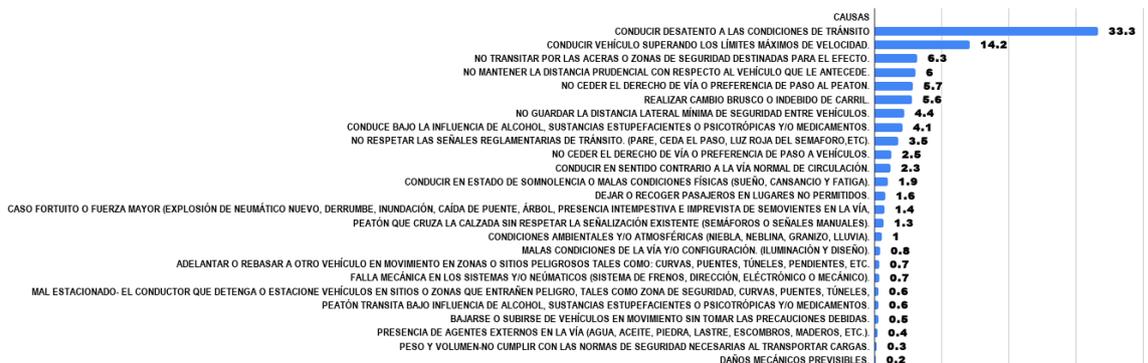


Gráfico 2: Barras porcentuales de las causas en los 3 años

Si se considera únicamente las causas en el año 2017 se obtiene el Gráfico 2

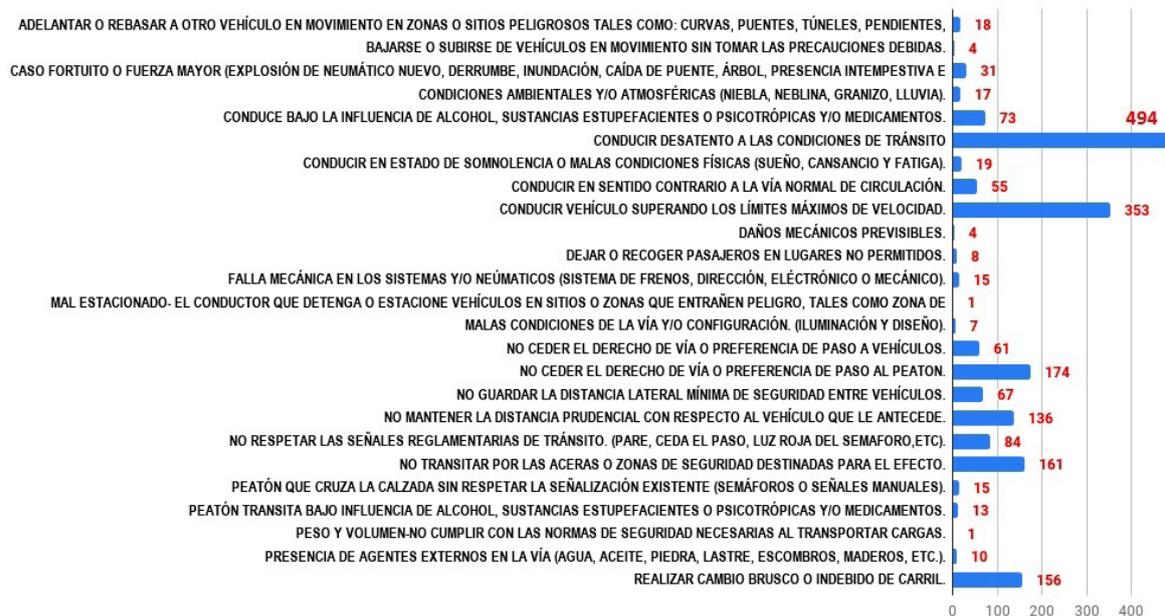


Gráfico 3: Barras apiladas comparativas de las causas en el año 2017

El gráfico 3, muestra que en año 2017 la principal causa es también conducir desatento a las condiciones de tránsito. El gráfico 4 muestra las causas en porcentaje en el año 2017 en las principales ciudades del Ecuador, nótese en las barras comparativas al costado derecho que las causas difieren por provincia.

CAUSAS	AZUAY	CHIMBORAZO	GUAYAS	PICHINCHA	BARRAS
ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	0,33	0,51	0,01	0,01	
BAJARSE O SUBIRSE DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO SIN TOMAR LAS PRECAUCIONES DEBIDAS.	0,33	0	1,26	1,26	
CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR (EXPLOSIÓN DE NEUMÁTICO NUEVO, DERRUMBE, INUNDACIÓN, CAÍDA DE PUENTE, ÁRBOL, PRESENCIA INTEMPESTIVA E IMPREVISTA DE SEMOVIENTES EN LA VÍA, ETC.).	0,33	0,76	0,68	0,68	
CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NIEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).	0	0,25	0,02	0,02	
CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.	9,82	4,94	5,07	5,07	
CONDUCCIÓN DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (CELULAR, PANTALLAS DE VIDEO, COMIDA, MAQUILLAJE O CUALQUIER OTRO ELEMENTO DISTRACTOR).	25,32	36,88	18,26	18,26	
CONDUCCIÓN EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSANCIO Y FATIGA).	0,27	0	0,06	0,06	
CONDUCCIÓN EN SENTIDO CONTRARIO A LA VÍA NORMAL DE CIRCULACIÓN.	3,21	0,51	1,97	1,97	
CONDUCCIÓN VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	1,67	4,56	27,68	27,68	
DAÑOS MECÁNICOS PREVISIBLES.	0,13	0,13	0	0	
DEJAR O RECOGER PASAJEROS EN LUGARES NO PERMITIDOS.	0,27	0,51	0,74	0,74	
FALLA MECÁNICA EN LOS SISTEMAS Y/O NEUMÁTICOS (SISTEMA DE FRENOS, DIRECCIÓN, ELÉCTRÓNICO O MECÁNICO).	0,4	0	0,2	0,2	
MAL ESTACIONADO- EL CONDUCTOR QUE DETENGA O ESTACIONE VEHÍCULOS EN SITIOS O ZONAS QUE ENTRAÑEN PELIGRO, TALES COMO ZONA DE SEGURIDAD, CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES.	0,47	0	0,02	0,02	
MALAS CONDICIONES DE LA VÍA Y/O CONFIGURACIÓN. (ILUMINACIÓN Y DISEÑO).	0,47	0,13	0,02	0,02	
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS.	6,81	5,2	1,44	1,44	
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN.	5,21	4,18	4,08	4,08	
NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS.	4,34	18,76	6,2	6,2	
NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE.	8,15	12,29	7,03	7,03	
NO RESPETAR LAS SEÑALES MANUALES DEL AGENTE DE TRÁNSITO.	0,07	0	0,04	0,04	
NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO, ETC).	17,84	4,56	14,31	14,31	
NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.	1,8	2,79	0,4	0,4	
PEATÓN QUE CRUZA LA CALZADA SIN RESPETAR LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE (SEMÁFOROS O SEÑALES MANUALES).	2,94	0,13	0,04	0,04	
PEATÓN TRANSITA BAJO INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.	0,6	0	0,07	0,07	
PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS.	0,13	0,13	0,05	0,05	
PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.).	1,27	0	0,06	0,06	
REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL.	7,82	2,79	10,29	10,29	

Gráfico 4: Barras porcentuales comparativas sobre las causas para cuatro ciudades en los tres años de estudio

*Análisis de Normalidad aplicando el test de Kolmogorov-Smirnov*

Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors debido a que esta es robusta por la cantidad de observaciones a utilizar, es una modificación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y es apropiada en una situación en la que los parámetros de la distribución hipotética son completamente conocidos ( Razali & Wah, s. f.). En el Gráfico 3 se muestra la curva y los resultados del test de Normalidad de Kolmogorov para los fallecidos en los años 2016, 2017 y 2018

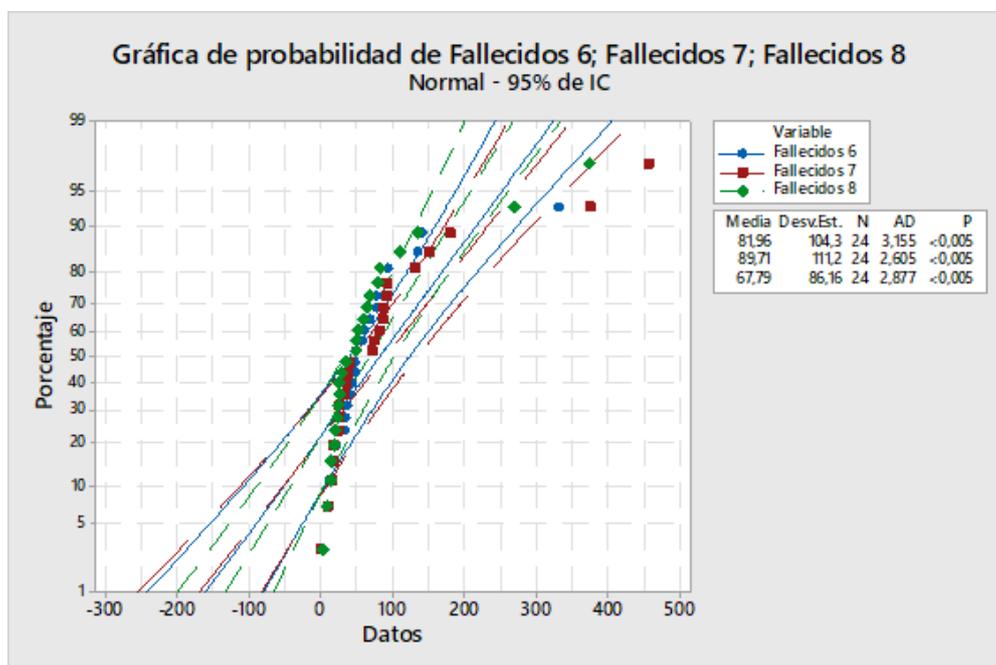


Gráfico 5: Gráfica y resultados de test de Normalidad de Kolmogorov

Observando tanto la gráfica de normalidad, así como los valores  $p$  se concluye que las muestras no han sido extraídas de una población normal, es por ello que se deberá aplicar pruebas no paramétricas para su análisis.

*Prueba de Kruskal-Wallis (o H-test) para los años 2016, 2017, 2018*

La prueba de Kruskal-Wallis (o H-test) aplicada a una muestra grande (>20, desde el punto de vista no paramétrico), la hipótesis nula afirma que no existe una tendencia a que el número de accidentes sean diferentes en los tres años. La hipótesis de investigación establece que hay diferencia entre el número de accidentes en los tres años.

Tabla 2: Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis

Años	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
2016	47,5	37,7	0,33

2017	56	38,6	0,61
2018	41,5	33,5	-0,94

Existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que existe una diferencia real entre un par los tres años. Por lo tanto, se necesitan contrastes post-pruebas, que se realizan a continuación

*Post-prueba de Wilcoxon para los años 2016 y 2017*

El planteamiento de hipótesis se muestra a continuación  $\begin{cases} H_0: \mu_D = 0 \\ H_1: \mu_D \neq 0 \end{cases}$ . El estadístico de prueba es  $T = \text{minimo entre } \sum R_+ \text{ y } \sum R_-$ ,  $T_c=111$  y  $T_i= 81$ ,  $T_c > T_i$  por tanto  $H_0$  no se rechaza, es decir no existe diferencia significativa entre los fallecidos durante accidentes de tránsito en el año 2016 con respecto a los fallecidos durante accidentes de tránsito en el año 2017.

$ES = \frac{|z|}{\sqrt{n}}$ ,  $ES= 0.2274526$  por tanto el tamaño del efecto es mediano.

*Post-prueba de Wilcoxon para los años 2017 y 2018*

El planteamiento de hipótesis se muestra a continuación  $\begin{cases} H_0: \mu_D = 0 \\ H_1: \mu_D \neq 0 \end{cases}$ . El estadístico de prueba es  $T = \text{minimo entre } \sum R_+ \text{ y } \sum R_-$ ,  $T_c=27,5$  y  $T_i= 81$ ,  $T_c < T_i$  por tanto  $H_0$  se rechaza, es decir si existe diferencia significativa entre los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2017 con respecto a los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2018.

$ES = \frac{|z|}{\sqrt{n}}$ ,  $ES= 0.7144345$  por tanto el tamaño del efecto es alto o fuerte.

*Post-prueba de Wilcoxon para los años 2016 y 2018*

El planteamiento de hipótesis se muestra a continuación  $\begin{cases} H_0: \mu_D = 0 \\ H_1: \mu_D \neq 0 \end{cases}$ . El estadístico de prueba es  $T = \text{minimo entre } \sum R_+ \text{ y } \sum R_-$ ,  $T_c=87,7$  y  $T_i= 81$ ,  $T_c > T_i$  por tanto  $H_0$  no se rechaza, es decir no existe diferencia significativa entre los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2016 con respecto a los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2018.

$ES = \frac{|z|}{\sqrt{n}}$ ,  $ES= 0.36334098$  por tanto el tamaño del efecto es mediano.

*Prueba Kruskal-Wallis (o H-test) del año 2017*

Prueba Kruskal Wallis- Comparando 25 grupos por el número de fallecidos y el número de accidentes de tránsito en Ecuador en el año 2017.

1 Planteamiento de hipótesis  $\begin{cases} H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \dots = \theta_{25} \\ H_1: \exists i, j \in \mathbb{N} / \theta_i \neq \theta_j \end{cases}$

2 Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

3 Estadístico de prueba: Test Kruskal Wallis  $H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$ ,  $H = 25,63$

Realizando la Corrección de vínculos  $C_H = 1 - \frac{\sum(T^3 - T)}{N^3 - N}$ , es decir  $C_H = 0,998$ .

Corrección de H:  $H_{corr} = \frac{H}{C_H}$ , es decir  $H_{corr} = 25,67$

4 Regla de decisión: Si  $H_{crit} \leq H_{corr}$  entonces  $H_0$  se rechaza,  
 Como  $3,84 \leq 25,67$  entonces  $H_0$  se rechaza

5 Toma de decisión: Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que al menos un par de las 25 causas de accidentes de tránsito, analizadas conjuntamente con el número de fallecidos y el número de accidentes de tránsito registrados en el año 2017 en Ecuador; son diferentes estadísticamente. Podemos ayudarnos a determinar cuál es la causa que más afecta en el año 2017 analizando la Gráfica 2.

*Prueba Kruskal-Wallis (o H-test) de los años 2015, 2016 y 2017*

Se realiza un estudio inferencial del número de fallecidos por causa de muerte en los años 2016, 2017 y 2018, registrados en el Ecuador.

1 Planteamiento de hipótesis  $\begin{cases} H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \dots = \theta_{25} \\ H_1: \exists i, j \in \mathbb{N} / \theta_i \neq \theta_j \end{cases}$

2 Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

3 Estadístico de prueba: Test Kruskal Wallis  $H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$ ,  $H = 72,36$

Realizando la Corrección de vínculos  $C_H = 1 - \frac{\sum(T^3 - T)}{N^3 - N}$ , es decir  $C_H = 0,915$ .

Corrección de H:  $H_{corr} = \frac{H}{C_H}$ , es decir  $H_{corr} = 79,09$

4 Regla de decisión: Si  $H_{crit} \leq H_{corr}$  entonces  $H_0$  se rechaza,  
 Como  $5,99 \leq 79,09$  entonces  $H_0$  se rechaza

5 Toma de decisión: Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que al menos un par de las 25 causas de accidentes de tránsito más frecuentes registradas en el Ecuador, durante un período comprendido entre los años 2016 a 2018; son diferentes estadísticamente. Podemos ayudarnos a determinar cuál es la causa que más afecta en los últimos 3 años analizando la Gráfica 1.

## Conclusiones

El número total de accidentes de tránsito en el Ecuador es desconocido, únicamente se tienen como referencia los que se logran registrar en la Agencia Nacional de Tránsito. Considerando una muestra significativa de 80655 registros y las pruebas de hipótesis de Kolmogorov-Smirnov, Prueba de Kruskal-Wallis (o H-test) y Post-prueba de Wilcoxon se pudieron llegar a las siguientes conclusiones: Que en los años 2016 y 2018 no existió diferencias significativas; en cambio en el 2017 existió variación con relación al resto de los años. A nivel nacional la causa que provocó la mayor cantidad de fallecidos en accidentes de tránsito fue conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor) con un 33.3%. A nivel nacional la segunda y tercera causas fueron **conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad** y **no transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto** con porcentajes del 14.2 y 6.3% respectivamente. Las causas de accidentes dependen de la ubicación geográfica como puede ser

la provincia, por lo que para determinar causas contextualizadas al medio geográfico se sugiere que se haga un estudio por provincia de tal forma que las estrategias sean más efectivas, esto puede conducir a una nueva investigación más local. Se sugiere se definan las acciones a tomar y el diseño del seguimiento estadístico a seguir para determinar el éxito o fracaso de las mismas y además que las entidades responsables tomen acciones sobre la causa conducir “desatento a las condiciones de tránsito” ya que es la que más accidentes de tránsito generan.

### **Bibliografía**

1. Algora-Buenafé, A. F., Russo-Puga, M., Suasnavas-Bermúdez, P. R., Merino-Salazar, P., &
2. Gómez-García, A. R. (2017). Trends in traffic accidents in Ecuador: 2000-2015 [Tendencias de los accidentes de tránsito en Ecuador: 2000-2015]. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 16(33), 52-58. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-33.tate>
3. García-García, H. I., Vera-Giraldo, C. Y., & Zuluaga-Ramírez, L. M. (2011). Characteristics of traffic accidents with injured persons treated at a third level hospital in Medellin, 1999-2008 [Características de los accidentes de tránsito con personas lesionadas atendidas en un hospital de tercer nivel de Medellín, 1999-2008]. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 10(21), 101-111.
4. Gutiérrez, J. (s. f.). Accidentes Viales en América Latina - LatinAmerican Post. Recuperado
5. 3 de diciembre de 2018, de <https://www.latinamericanpost.com/es/18978-accidentes-viales-en-america-latina>
6. Introducción a Minitab 18. (s. f.), 74.
7. Razali, N. M., & Wah, Y. B. (s. f.). Power comparisons of Shapiro-Wilk,
8. Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests, 14.
9. Vista de Caracterización de la Mortalidad por Accidentes de Tránsito en Ecuador, 2015.
10. (s. f.). Recuperado 5 de noviembre de 2018, de <http://www.cienciamerica.us/openjournal/index.php/uti/article/view/49/37>
11. Zúñiga, R. (s. f.). Estadística No Paramétrica, 32.



# CIENCIAS AGROPECUARIAS

## ***Diseño y Optimización del tamaño de grano triturado para alimentación avícola para criaderos y suministro de balanceado***

*(Design and Optimization of crushed grain size for poultry feed for hatcheries and supply of balanced)*

E. Naranjo<sup>(1)\*</sup>, J. Moyano<sup>(2)</sup>, C. Santillán<sup>(3)</sup>

(1) Carrera Ingeniería Industrial, Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Carrera Ingeniería de Mantenimiento, Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(3) Carrera Ingeniería Industrial, Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0987138376, E-mail: eugenia.naranjo@esPOCH.edu.ec (E.Naranjo)

### **RESUMEN**

En la investigación se diseñó, modeló y mejoró un molino de martillo económico y accesible aplicando métodos lógicos deductivos, la máquina provee un tamaño de grano ideal, que sirve como alimentación directa para aves, o también se puede utilizar como un componente para balanceado en la producción avícola, acorde a los requerimientos de las distintas pymes ya sea para consumo cárnico, producción de huevos, entre otros. Por esta razón es necesario definir distintos parámetros como el tamaño adecuado del tamiz teniendo una variedad desde los 2mm hasta los 5 mm, cuchillas, selección adecuada del motor dependiendo de la cantidad de horas por día, para esto se realizó un análisis mecánico y dinámico de los distintos elementos de la máquina mediante simulación en el software Solidworks free students, luego de tener el dimensionamiento óptimo bajo parámetros ingenieriles de cada una de las partes de la máquina, se realizó una cotización de los materiales bajo consideración económica en el que fue necesario realizar una correcta selección de los mismo elementos basados en catálogos nacionales para que la maquina sea rentable y accesible a los micro productores así como a los mayoristas, una vez considerado todo el procedimiento se construyó la máquina con un costo final de 355,39 dólares americanos, siendo esta de fácil desmontaje, mantenimiento y aplicación para la sociedad

, el cual permite la reducción de costos, tiempos de producción y aumenta la eficiencia en la obtención grano triturado para el consumo el sector avícola.

**Palabras clave:** *diseño, producción avícola, grano, balanceado, molino, grano triturado.*

### **ABSTRACT**

In the research an economical and accessible hammer mill was designed, modeled and improved by applying deductive logical methods, the machine provides an ideal grain size, which serves as direct feed for birds, or it can also be used as a component for balanced in the poultry production, according to the requirements of the different SMEs, whether for meat consumption, egg production, among others. For this reason it is necessary to define different parameters such as the appropriate size of the sieve having a variety from 2mm to 5 mm, blades, suitable engine selection depending on the number of hours per day, for this a mechanical and dynamic analysis of the different elements of the machine by means of simulation in the software Solidworks free students, after having the optimal dimensioning under engineering parameters of each one of the parts of the machine, a quotation of the materials was made under economic consideration in which it was necessary to carry out a correct selection of the

same elements based on national catalogs so that the machine is profitable and accessible to the micro producers as well as to the wholesalers. Once the entire procedure was considered, the machine was built with a final cost of US \$ 355.39. being this easy to disassembly, maintenance and application for society , which allows the reduction of

costs, production times and increases the efficiency in obtaining crushed grain for consumption in the poultry sector.

**Keywords:** *design, poultry production, grain, balanced, mill, crushed grain.*

## 1. Introducción

En el Ecuador el sector de la industria agroalimentaria, es uno de las principales fuentes de empleo, debido a que el país presenta distintos ámbitos (avícola, ganadero, agrícola,) (1). Es por eso la importancia de mejorar en innovar procesos para reducir costos, mejorar tiempo de producción, alcanzar estándares de calidad en los productos etc. (2). El desarrollo de nuevas tecnologías aportará a que el producto sea de calidad (3) tanto para el mercado nacional como internacional de manera que se logre incrementar la inversión del sector público y también del privado (4). Distintas campañas para desarrollar la matriz productiva del país se han presentado y como un aporte se ha desarrollado la presente investigación (5). Dentro de los molinos en el mercado están los de viento, disco, rodillo, martillo siendo el último el más aplicable para la industria avícola (6).

Molino de martillos: Este molino es de impacto o de percusión (7) y es muy utilizado en las industrias alimenticias (8) .Su capacidad puede ser regulada, en kg/hora hasta unas decenas de ton/hora esto llega a depender del tamaño de grano requerido(9), esta máquina es aplicada para granos secos la cual pulveriza o desintegra dicho material ideal para el consumo de las aves (10). Se caracteriza por lo que tienen unos elementos de golpe de nombre Martillo (11), estos elementos son en forma de T, estribos o anillos que se encuentran incorporados a un eje, y cuando se mueven los martillos, estos realizan la molienda de los granos secos (12) y al final de la materia prima depende de la rejilla (13) que es puesta dentro de la máquina para la respectiva molienda (14).

## 2. Metodología

Para la máquina a analizar es importante aplicar una investigación metodológica, aplicando métodos lógicos deductivos que van desde lo conocido hacia mejoras en la maquinaria a un costo económico.

## 3. Desarrollo y Discusión

Dentro de la idea principal es diseñar una máquina que posea (15), pocos materiales y que no provoque su pronta avería, que sea de fácil mantenimiento y con un alto stock en repuestos, por lo que debe poseer una compuerta por donde se realice el mantenimiento de la misma (16). Esta máquina debe tener como ventaja, que funcione para una variedad de granos (maíz, soya, cebada, trigo) (17).Para esto es prescindible realizar cálculos que determinen las cantidades adecuadas, para un requerimiento de 1 quintan cada 6 minutos, con una producción diaria hora trabajador de 80 quintales por día. El motor cuentas a consideración es de 3 Hp (18), el valor de velocidad es de  $n_1=3480$  rpm, en este caso vamos a mantener la velocidad, es decir, no buscaremos ni aumentar ni reducir la velocidad ( $i= 1$ ) (19), por lo que la velocidad de la rueda conducida será igual a  $n_2= 3480$  rpm (20).

Para la potencia de diseño la cual previene fallas debidas a los golpes (21), vibraciones y garantizar su buen funcionamiento (22), se consideró un factor de servicio igual a 1 (23), mismo que permite determinar el tipo de correa a utilizar en máquina (24).

De acuerdo a los parámetros de potencia de diseño es 3Hp (25) y el número de rpm del motor 3480 rpm seleccionamos la correa, dentro de catálogo se determina una de tipo A (26). Realizando las consideraciones ubicadas en la tabla 1, en donde se inicia el cálculo con la relación de transmisión (27), el cual debe estar bajo un rango de 1 a 6, al considerar una relación de transmisión de 1 (28), está dentro de la consideración, además no existe ni ampliación ni reducción únicamente se transmitirá la velocidad (29), para el proceso numero 2, dentro del cálculo de la potencia de diseño funciona bajo la variable C1 la cual muestra el valor de funcionamiento diario, el tipo de trabajo a realizar por la máquina, con ese tipo de relación en catalogo se determina que está dentro de una familia “A” acorde a figura 1, al seleccionar la familia tipo A, al visualizar la figura 2 se determina un diámetro primitivo de 63 mm, como la relación de transmisión es 1 por tanto el valor de la conducida será de 63 mm, siguiendo el resumen de la tabla 1, en el literal 5 para determinar la distancia entre centros es prescindible aplicar la ecuación detallada en la misma la cual establece un rango de 126 a 378 mm, como la velocidad del motor es muy rápida es preferible pasarnos de este rango para poder disminuir un poco la velocidad es decir se considera un valor de 400 mm. En el paso 6 en el que se determina la longitud primitiva aplicando la siguiente ecuación

$$l = (2 * C) + (1,57(Dp + dp)) + \left( \frac{(Dp-dp)}{4*C} \right)^2 \quad (1)$$

$$l = (2 * 252\text{mm}) + (1,57(63\text{mm} + 63\text{mm})) + \left( \frac{(63\text{mm} - 63\text{mm})}{4 * 252} \right)^2$$

$$l = 701,82 \text{ mm}$$

Para lo cual nos regimos a parámetros estandarizado y dentro de la familia A, existe una de longitud normalizada igual a 741 mm, numero 28 en el catálogo REX, al aplicar el recalcu para poder determinar la nueva distancia entre centros se determina una de 271, 59 mm. Aplicando las ecuaciones para determinar el ángulo de contacto, se determina un valor de 180° para la consideración se debe manejar la condición que debe ser mayor a 120° lo cual si cumple, adicional en el proceso 8, en cuanto a la potencia que transmite se maneja un valor de potencia P1 que va dentro del factor de corrección de 0,82 mismo que genera un valor de potencia igual a 2,46 HP con un numero de correa #60 con una longitud de correa igual a 1567 mm, para determinar el número de correas es importante aplicar el arco de contacto el cual se determina en la figura 3 con un factor de corrección 1, finalmente determina un valor de 1,5 bandas que por reconsideración se selecciona 1, al aplicar condiciones de durabilidad se consideraría un valor de 3 años de durabilidad.

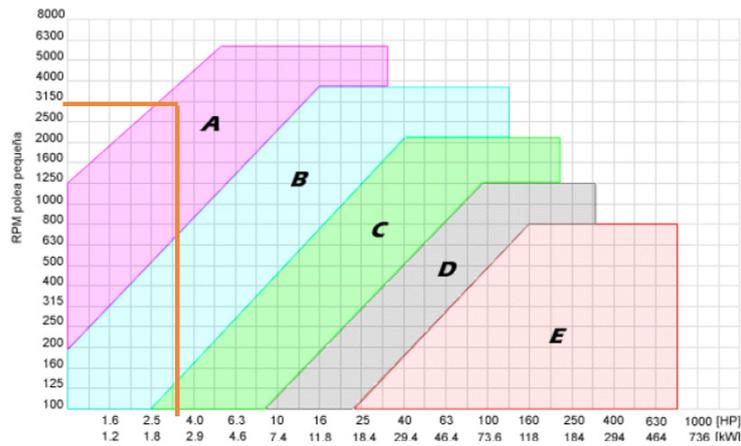


Fig. 1. Selección del Perfil de la Correa  
Fuente. Catálogo de selección de correas de Rex

Sección	A	B	C	D	E
Diámetro primitivo mínimo [mm]	63	100	160	280	400

Fig. 2. Determinación de diámetro primitivo  
Fuente. Catálogo de selección de correas de Rex

(Dp-dp)/C	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
Arco de contacto	180°	174°	169°	163°	157°	151°	145°	139°	133°	127°	120°	113°	106°	99°	91°
Factor de corrección	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77	0.73	0.70

Fig. 3. Determinación arco de contacto  
Fuente. Catálogo de selección de correas de Rex

Tabla 1. Proceso de selección de correa.

PROCESO				
<b>1.-Relacion de transmisión (RANGO ADECUADO, i DE 1 A 6)</b>				
FORMULAS				
$i=DP/dp=N2/N1$	1			
<b>2.-Potencia de diseño</b>				
$PD=P*C1=$	3	HP	0,004	Kilowatts
<b>3.- Selección del perfil de la correa</b>				
TIPO DE CORREA	A			
<b>4.- Identificar las correas y poleas a usar</b>				
dp=	63	mm		
DP=	63	mm		
<b>5.-Determinar la distancia entre ejes</b>				
$3(dp+DP)=$	$C \neq$	378	mm	
$C \geq$	126		mm	
$C =$	252		mm	
				rango

<b>6.-Determinar la longitud primitiva de la banda</b>				
NO CRUZADA	L=	997,82	mm	
LONG. NORMLZADA	Ln=	741	mm	
NUM.CORREA		28		
RECALC.DIST.CENTROS	Cc=	271,59	mm	(debe estar en el rango de el punto 5)
<b>7.- Arco de contacto menor, <math>\alpha_1 &gt; 120</math></b>				
$\alpha_1$ =		180	$^{\circ}$	
<b>8.- Determinar la potencia que transmite una correa (P1) y el factor de corrección C2</b>				
P1		2,46	HP	
NUM.CORREA=		60		
LONGITUD=		1567	mm	
FACTOR DE CORRECCION=		0,82	mm	
<b>9.-Calculo de la cantidad de correas necesaria</b>				
(DP-dp/Cc)=		0,00		
ARCO DE CONTACTO=		180	$^{\circ}$	
FACTOR DE CORRECCION=		1	mm	
	Z=	1,50	1	banda

Fuente: Los autores

### 3.1. Diseño

Una vez determinado las condiciones de transmisión, se procede con el dimensionamiento de la máquina, partiendo de maquinaria ya presente en los distintos mercados tanto nacionales como internacionales (30), en el que se manejan parámetros estandarizados de construcción (31), es prescindible detallar 8 cuchillas distribuidas en 4 sitios de manera longitudinal, adición a esto se pretendió dimensionar algunos tipos de tamizadores los cuales difieren para determinar un tamaño de grano alimenticio, acorde a los requerimientos de las distintas granjas avícolas. A continuación, en las figuras 4,5,6, se inicia el dimensionamiento de cada elemento y pieza para posteriormente pasar a su construcción, para el eje se debe recordar que el acero es de transmisión, además la construcción se debe regir a parámetros de construcción que demanden calidad, para el bastidor del mismo es necesario establecer la ubicación específica del eje donde se acoplaran las 32 cuchillas, dispuestas en mini ejes ubicados de manera centrípeta hacia el eje matriz, además se debe diseñar 2 discos tangenciales los cuales van a tolerar el valor del eje, distribución de cuchillas, y a la trituración de 8 quintales por día (32).

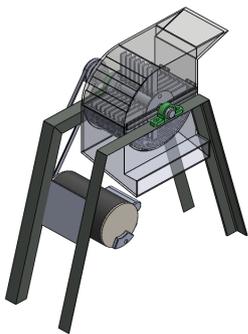


Figura 4. Molino de grano  
Fuente: Los autores

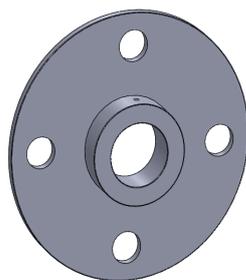


Figura 5. Disco tangencial  
Fuente: Los autores

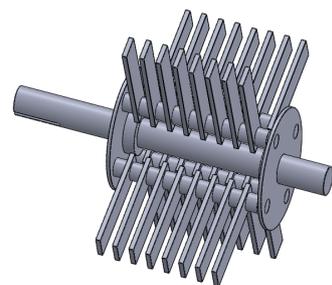


Figura 6. Eje del martillo con las cuchillas  
Fuente: Los autores

El mercado requiere de diversos tipos de tamaño de grano por lo que es necesario crear varios tipos de tamiz, es decir para 2-5 mm de espesor, tamaños que están bajo los requerimientos de las plantas procesadoras para balanceado y alimentación avícola como se muestra en la figura 7.

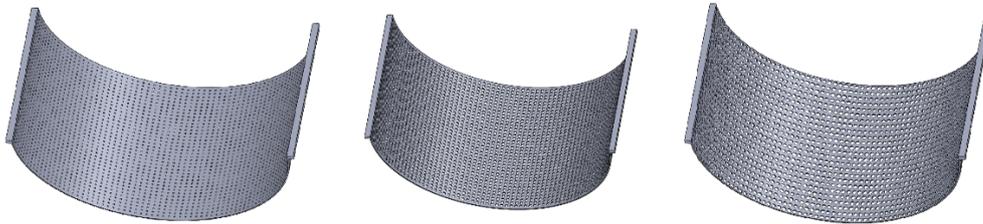


Fig. 7. Mallas distintas medidas.  
Fuente: Los autores.

Para el dimensionamiento de ejes se requiere un eje principal que es de 400 mm y 4 ejes de 199,6 mm los cuales trabajan con el mismo diámetro de 15,88 mm, ver figura 8.

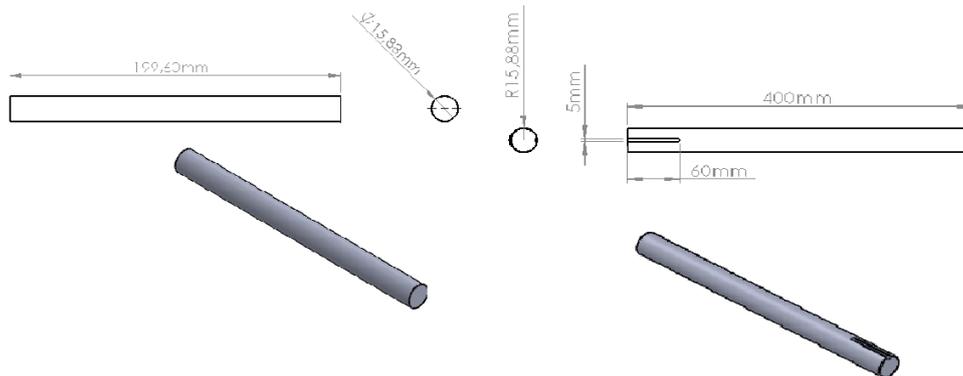


Fig. 8. Dimensión de ejes.  
Fuente: Los autores.

### 3.2. Descripción general del proceso de construcción

Una vez seleccionado el material de construcción se procede a realizar el bastidor, bajo el conformado de distintos perfiles con un ángulo de 2", para construir la caja es necesario considerar un tol de 1/4", se procedió a unir las piezas mediante el proceso de la soldadura GMAW con electrodo AGA-6011, para construir el martillo giratorio es necesario aplicar piezas de platina de 1/4 \* 1' y tubo de 3/4. Para ubicar el motor es necesario que se encuentre en un sitio donde sea de fácil mantenimiento y desmontaje, además es importante acoplar la polea con los ejes, las mismas que van dar funcionamiento al sistema y acabado final apreciar figura 9.



Fig. 9. Proceso de construcción molino  
Fuente: Los autores

### 3.3. Operación de variables

Para seguir con un proceso estandarizado de construcción es necesario establecer las distintas variables a usar, como la construcción del martillo, estructura ,poleas ,motor; es prescindible recalcar que si analizamos los ya existentes con el construido existen consideraciones establecidas que se detallan en las tablas 2-8 donde se enlistan cada una de las consideraciones para poder determinar el costo ideal del molino de martillos con un valor total de \$ 355,39 dólares americanos, en donde se considera desde los procesos de selección de material, mano de obra, directa e indirecta.

Tabla 2. Construcción del martillo.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Instrumentos
El martillo triturador consta de un sistema de trituración. El sistema de trituración es el alma del molino y está formado por dos ejes, que contienen varias platinas que forman la herramienta en sí, estos elementos son accionados por un motor eléctrico.	Trazado, Corte de las piezas	Ángulos Lamina de tol	Empíricos	Guía-de Observación (Planos) Amoladora
	Unir las piezas	Base Cuerpo	Empíricos	Soldadora Guía de Observación Soldadora
	Recursos utilizados	Materia Prima Mano de Obra Sueldos	Empíricos	Electrodos Observación Científica Guía de Observación Observación Científica
	Tiempo utilizado	Horas de trabajo diarias Tiempo de descanso Tiempo de construcción	Empíricos	Guía de Observación

Fuente: Los autores.

*Tabla 3. Construcción de la estructura.*

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Instrumentos
<p>Una estructura es un conjunto de partes unidas entre sí que forman un cuerpo, una forma o un todo, destinadas a soportar elementos que se acoplan a ella.</p> <p>Las estructuras son las que la mayor parte de los elementos o partes que la forman son de metal normalmente de acero.</p>	Estructura de metal	Elementos de sección rectangular o cuadrada Elementos horizontales -Elementos verticales	Empíricos	Observación Científica Guía de Observación Observación Científica Guía de Observación
	Tipos de estructuras	Rectangulares Esquineros Cuadradas	Empíricos	Observación Científica Guía de Observación Entrevista
	Logro de los resultados deseados por la construcción	Triturar granos para consumo animal. Disminuye el tiempo de triturar los granos.	Empíricos	Guía de entrevista Encuesta Cuestionario

*Fuente: Los autores.*

*Tabla 4. Acoplamiento de poleas.*

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Instrumentos
<p>El acoplamiento de poleas consiste combinar, acomodar, unir o ajustar dos o más elementos.</p> <p>Un sistema de poleas debe estar ajustadas a los ejes de motor, los ejes están provistos de una ranura para recibir una cuña, la cual ajusta también con la polea ajusta perfecto.</p>	Tipos de correas	Trapezoidales Redondas Planas Dentadas	Empíricos	Observación Científica Guía de Observación
	Movimiento realizado	Circular	Empíricos	Observación Científica Guía de Observación
	Movimientos por medio de las poleas.	Ejes Correa	Empíricos	Observación Científica Guía de Observación

*Fuente: Los autores.*

*Tabla 5. Acoplamiento del motor.*

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Instrumentos
<p>El acoplamiento del motor consiste combinar, acomodar, unir o ajustar dos o más elementos con el eje del motor.</p> <p>Son elementos de máquinas que permiten unir o acoplar el motor con las poleas mediante correas para comunicar el movimiento entre los ejes en línea recta con dirección paralela, inclinada o en planos diferentes.</p>	Movimiento	Circular Directo Invertido Ejes	Empíricos	Observación Científica -Guía de Observación Observación Científica -Guía de Observación
	Tipos de sistemas de transmisión	Permitir la transmisión de movimiento adecuado a la herramienta de corte de grano. Facilita el movimiento del martillo triturador.	Empíricos	Observación Científica -Guía de Observación Entrevista
	Logro de los resultados deseados por la construcción		Empírico	-Guía de entrevista Encuesta -Cuestionario

*Fuente: Los autores.*

## Variables cuantitativas

Tabla 6. Variables cuantitativas.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Dimensiones de las piezas que van a formar la estructura a construir.	Se podrá medir la plataforma (50x80 cm) con las que esta maqueta está desarrollada.
Dimensión de la base	De acuerdo a los planos realizados y tomando en cuenta que es una maqueta se efectúa las medidas.
Velocidad del martillo triturador	Se podrá medir la velocidad con que la herramienta está triturando al grano esta velocidad es generada con la ayuda del motor instalado.
Distancia entre centros de la polea del motor y la polea de la herramienta	También se podrá medir la distancia que existe entre el eje motriz y el eje conducido.
La tensión que va estar sometida la correa	Este valor también es medible y debe tener una tensión apropiada para evitar deslizamientos.

Fuente: Los autores

Tabla 7. Variables cualitativas.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Material a utilizar	Es necesario saber las características del material, ya que de éste dependerán muchos factores como duración y el correcto funcionamiento de la misma.
Tipo de grano a triturar	Dependerá el tipo de grano que se desea triturar.

Fuente: Los autores.

Tabla 8. Costos de la construcción del Molino de martillos.

COSTOS DIRECTOS			
Material	Unidades	Costo unidad	Costo total
Ángulo de 1/2 ,	1	10,14	10,14
Tol	1	45,75	45,75
Electrodos	1	16,00	16,00
Tubo 3/4 ,	1	1,840	1,84
Platinas	1	12,32	12,32
Pintura esmalte	2	3,500	7,00
Chumaceras	2	7,590	15,18
Bisagras	2	0,70	1,4
Motor 3 hp	1	150,0	150,00
Polea	2	6,00	12,00
Eje de acero de transmisión 1*1/4	1	5,36	5,36
Acero inoxidable de 5/16'	1	4,20	4,20
Plasma para corte de materiales	1	10,00	10,00
Correa	1	12,00	12,00
		<b>Total</b>	<b>\$ 303,19</b>

Fuente: Los autores

*Tabla 9. Costos indirectos y total de la construcción del Molino de martillos.*

COSTOS INDIRECTOS			
	Horas	paga/hora	Total
Mano de obra	20	2,00	40
Transporte	1,0	5,00	5,0
Energía eléctrica	20	0,05	1,0
Impresión del documento	1,0	3,00	3,0
Servicio de Corte	1,0	3,20	3,2
		total	52,2
PRECIO FINAL			\$355,39

*Fuente: Los autores*

#### 4. Conclusiones

Se construyó una máquina trituradora de trigo, utilizando un sistema de transición por poleas, con una relación de 1:1 el cual va transmitir el movimiento en rpm del eje del motor al eje del martillo así permitiendo que el grano se triture un valor de 80 quintales diario en un lapso de 8 horas jornada laboral.

Se analizó y determinó las dimensiones de las poleas, longitud de la correa y la potencia del motor utilizando catálogos de fabricantes existentes en el mercado.

El molino de martillos permite triturar granos para consumo avícola e inclusive de otras especial como porcino, vacuno ovino entre otros, lo que sí cabe recalcar que no es ideal para el consumo humano, ya que se debe seleccionar los materiales con especificaciones diferentes principalmente tomando en cuenta la salubridad.

Para la construcción del molino de martillos se recomienda efectuar los cálculos de los diferentes parámetros como tiempo de funcionamiento de la maquinaria que en este caso se consideró 8 horas de trabajo, tipo de granos a triturar, selección de motor, dimensionamiento de las cuchillas de triturado, ejes, separadores, dimensiones de la polea, longitud de la correa, tipo de correa, la potencia del motor etc.

El uso de software SolidWorks, facilita el dimensionamiento y a su vez la implementación del mismo, permitiendo disminuir los tiempos de trabajo, ahorro de tiempo, y a su vez evitar el desperdicio de materiales en la construcción de la maquinaria.

Para la etapa de construcción se recomienda que los diferentes elementos que constituyen el molino de martillos deba cumplir con las especificaciones de los catálogos y maquinarias a utilizar para determinados procesos de modo que nos permita un adecuado ensamble de dichos elementos.

Se debe llevar una bitácora de la máquina, para evitar fallos en un futuro, como el tiempo de vida útil de la correa aplicada, lubricación en las chumaceras, limpieza periódica ya que la maquina va estar sometido a granos triturados, los cuales generaran polvo.

Una de las desventajas del molino es que a elevadas velocidad (rpm), y como la relación de transmisión tiene un valor de 1 a 1, este va a generar ruido, por lo que el operador debe mantener medidas de seguridad como tapones auditivos, gafas protectoras por la cantidad de polvo que se genera en el tiempo de funcionamiento.

En el análisis económico la maquinaria bordea por los \$ 355,59 dólares americanos, lo cual hace que sea más económica en comparación a las otras existentes en el mercado nacional, ya que la mayoría de la maquinaria es importada lo que eleva el costo del producto final en este caso el grano de consumo avícola.

Los elementos constitutivos de la máquina deben cumplir una alineación respectiva, que garantice vibraciones relativamente leves para tener una vida finita prolongada.

### **Bibliografía**

1. **Rodríguez Saldaña, Diego** . La Industria Avícola Ecuatoriana. [En línea] 14 de 08 de 2009. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/industria-avicola-ecuatoriana-t28083.htm>.
2. **Gutiérrez, María de los Angeles**. AVINEWS. *Industria avícola de Ecuador en proceso de reactivación este 2018*. [En línea] 07 de 03 de 2018. <https://avicultura.info/industria-avicola-de-ecuador-en-proceso-de-reactivacion-este-2018/>.
3. *Manual de procedimientos para la certificación de unidades de producción con buenas prácticas avícolas*. **Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca** . Quito : s.n., 25 de 11 de 2013, pág. 78.
4. **USAID**. *PRODICCÓN AVÍCOLA*. [En línea] 28 de 06 de 2010. [https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/produccion\\_avicola.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/produccion_avicola.pdf).
5. *PULSO AVÍCOLA*. **FENAVI**. 1, BOGOTÁ : Panamericana Formas e Impresos, S.A., 2017, Vol. 1.
6. **LÍDERES**. Molinos Champion procesa balanceado por más de 50 años. [En línea] 30 de 06 de 2015. <https://www.revistalideres.ec/video/molinos-champion-procesa-balanceado-guayaquil.html>.
7. **Sass, Laurent, Cuadrado Moncayo, Iván y Rueda Castillo , José** . *Diseño y construcción de un molino de martillos*. Quito : s.n., 2009.
8. **Arroyuelo, Francisco J. Flores**. *MOLINOS HIDRAULICOS*. México : s.n., 1997.
9. **Blanc**. *Tecnología de los aparatos de fragmentación y clasificación dimensional*. Madrid : Colección Rocas y Minerales, 1975.
10. **Vitoria, Jose Roldan**. *Motores Electricos*. Europa : s.n., 2014.
11. **Ghosh, Biswa Nath**. *MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE COSECHAS*.
12. **Brown, G.c.et.al**. *Operación Basicas de la Ingeniería Química*. Barcelona : 1a.Ed.Editorial Marín,S.A, 1955.
13. **Fellows, Peter**. *Tecnología del Procesamiento de alimentos*. 2000.
14. **Carl W. Hall, Freddy Salas Arango**. *EQUIPO PARA PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS*. 1997.
15. **RODRÍGUEZ GÓMEZ, ROCÍO** . *Calculo, Diseño y ensayo de máquinas*. Madrid, España : s.n., 2018.

16. **AGROCALIDAD ECUADOR.** *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas* . Guayaquil : EP Eduquil UG (Editorial Universitaria de Guayaquil).
17. **Avener.S.** *Introducción a la Metalurgia Física*. México DF-México : McGraw Hill, 2000, págs. 98-105.
18. **Viego, Percy.** *Aplicación de Motores Asincronos*. Cali- Colombia : Contactos Mundiales, 2000.
19. **Almeida, Anibal T. de.** *Transmisiones Mecánicas* . Usa : Partner For Prosperity, 2009.
20. **Canudas, Antonio.** *Tratado elemental de Física*. Barcelona : s.n., 2009.
21. **Grael, Alicia.** *Mecánica del Automóvil*. Madrid : s.n., 2015.
22. *Revista Energía y Computación*. **Enrique Ciro Quishpe, Luis Fernando Mantilla Pañalba.** 1, Cali, Colombia : s.n., 2004, Vol. 12.
23. **Link-Belt, Rexnord and.** *Catálogo de correas*. USA : Rexnord International, Inc, 2009.
24. **Rodríguez, Cortizo.** *Elementos de Máquinas Teoría y Problemas*. Bogotá : s.n., 2004.
25. **Quispe, Enrique.** *Motores de Alta Eficiencia*. Cali- Colombiba : s.n., 2002.
26. **García, Santiago.** *Averías en Motores*. España : RENOVETEC , 2010.
27. **Martin.** *Catálogo de correas Martin*.
28. **Naralpotro, Santiago.** *Transmisiones Mecánicas*. Madrid : s.n., 2010.
29. **McCabe, W. Smith J.** *Operación Unitarias en Ingeniería Mecánica*. Madrid : McGraw-Hill, 2002.
30. **Clarke, Brian.** *GRANDES ESPERANZAS POR LA POSCOSECHA*. 2004.
31. **Centeno, Jose Alberto Maroto.** *Introducción a las Maquinas Simples y Compuestas* . España : s.n., 2008.
32. **Sturgers, Leroy D.** *ESTÁTICA*. Barcelona : REVERTÉ, S.A., 1996.
33. **Cliffort L. Carr, John H. Watt.** *MANUAL DEL ONTADOR ELECTRICISTA*. 2004.
34. *Defcinión Hispano-Americano, Diccionario Enciclopedico*. **Barcelona : Montaner y Simon, 1984, Vol. 15.**

# *Diseño y simulación de un deshidratador mixto indirecto de frutas*

*(Design and simulation of an indirect mixed fruit dehydrator)*

J. Mendoza<sup>(1)\*</sup>, R. Insuasti<sup>(2)</sup>, O. Barrera<sup>(2)</sup>, M. Navarro<sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, jmendoza@epoch.edu.ec

(2) Facultad de Mecánica, ESPOCH, rminsuasti@yahoo.es

\* Teléf.:0995562053 E-mail:mendoza9000@yahoo.es

## **RESUMEN**

En el presente estudio se determinaron las características del diseño para un Deshidratador Mixto Indirecto (DMI) con una capacidad de 50 kg. Este deshidratador está constituido por el colector solar, placa de absorción, cubierta, ducto de succión, ventilador, resistencias eléctricas, zona de secado y ducto de aireación. Los elementos fueron diseñados mediante el programa SolidWorks, que permitió la simulación mecánica y termodinámica del proceso de secado, mediante el cual se pudieron determinar las características de los elementos del equipo. Se calculó que la temperatura óptima para la deshidratación de las frutas está entre los 40 y 70 °C. El calor específico del compartimiento de secado fue uniforme, con un valor de 2860,8 J/(kg.K); con la ayuda del ventilador se logró homogenizar el flujo del aire a la temperatura de deshidratación: a 50°C fue homogénea en la zona de secado. Los resultados obtenidos en la simulación vaticinan un correcto funcionamiento del equipo.

**Palabras Clave:** *Deshidratador Mixto Indirecto, Deshidratador de Frutas, simulación mecánica y termodinámica.*

## **ABSTRACT**

The present study determined the design characteristics for an Indirect Mixed Dehydrator (IMD) with a capacity of 50 kg. The solar collector, absorption plate, cover, suction duct, fan, electric resistances, drying zone and aeration duct constitute this dehydrator. The elements were designed through the SolidWorks program, which allowed the mechanical and thermodynamic simulation of the drying process; by which it was possible to determine the elements characteristics of the equipment. The optimum temperature for the dehydration of fruits was between 40 and 70 °C. The specific heat of the drying compartment was uniform and has a value of 2860.8 J / (kg K), with the help of the fan it is possible to homogenize the air flow at the dehydration temperature: at 50 °C it was homogeneous in the drying zone. The results obtained in the simulation guarantee the correct functioning of the equipment.

**Keywords:** *Indirect Mixed Dehydrator, Fruit Dehydrator, mechanical and thermodynamics simulation.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

La deshidratación de frutas en el mundo tiene orígenes antiguos, y es el método tradicional por excelencia para la conservación de alimentos. La deshidratación impide el deterioro de las frutas, inhibe el crecimiento de los microorganismos, reduce o detiene la actividad enzimática (1) y las reacciones químicas del propio alimento, logrando que se alargue su vida útil.

La necesidad del diseño de un DMI en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, es de vital importancia para dar un valor agregado a las frutas que cosechan los agricultores, incluyendo además el beneficio de reducir al mínimo las pérdidas, debido a precios bajos de mercado o falta de demanda del producto. Además, se debe considerar la proyección de obtener productos de exportación para lo cual se deberá garantizar la calidad necesaria con certificación internacional y ser generador de divisas; agregando el hecho de que el producto deshidratado no requiere de una cadena de frío para su conservación y la disminución en un 80 a 90 % de peso lo que hace más barato el coste de transporte.

Una vez construido el DMI se debe realizar un estudio de la deshidratación por tipo de frutas, definiendo tiempos y movimientos; de esta manera, se puede tener amplia una gama de productos comerciables.

La consistencia de la fruta deshidratada la hace un alimento atractivo para todas las edades y una alternativa saludable que puede sustituir las golosinas que no contienen aportes nutritivos. El proceso de deshidratación es complejo, que involucra la transferencia simultánea de calor y masa.

En el mundo existen muy diversos tipos de deshidratadores, con: diversas capacidades, formas, y métodos energéticos; entre ellos se encuentran los deshidratadores: Solares, Eléctricos, Mixtos, Secado por Microondas a baja presión (2). El costo de los mismos está en dependencia de la complejidad de los equipos y materiales utilizados.

Los productores de frutas en el Ecuador ven con desagrado que buena parte de sus producciones no les propician las ganancias esperadas; esto es debido a ciertos factores, entre los más importantes:

1. Una apreciable cantidad de frutas se pudre (3); incluso, nunca llegan a los mercados.
2. La venta de la producción está marcada por precios bajos.
3. Existen enormes problemas de transporte para conducir las frutas a los diferentes mercados.

Por otra parte, existe carencia de instalaciones industriales (4), semi-industriales o artesanales, que, en muchos casos, le pudieran permitir a los pequeños y medianos productores el almacenamiento o procesamiento de los excedentes de frutas que, por diferentes causas, no van al mercado a ser comercializadas. La vivencia práctica ha demostrado que, todo esto trae consigo malestar e insatisfacción entre los productores, y principalmente, y muy importante, el desperdicio y no aprovechamiento de una considerable cantidad de frutas en la alimentación humana.

Una solución a este problema es aprovechar las bondades que brindan los procesos de deshidratación de las frutas (5); ésta podría constituir una solución viable para los medianos y pequeños productores, siempre y cuando las instalaciones sean económicamente rentables. Entre otras ventajas: posibilitan disminuir, ostensiblemente, la pérdida de frutas; coadyuvan al incremento de los precios y aseguran mejores condiciones para el transporte y almacenamiento por largos períodos de tiempo del producto obtenido (pues los productos no se dañan y guardan sus características alimenticias) (6).

En el Ecuador, la producción de fruta deshidratada (7) ha tomado un verdadero interés a partir del 2012. Actualmente, en el país existen 15 empresas que se dedican a esta actividad;

de éstas, solo seis se han organizado como consorcio (para hacer frente a las altas cantidades requeridas para la exportación).

Para lograr lo anterior es necesario, la obtención de un diseño y simulación de un DMI de frutas (8), que permita la buena utilización de éstas y su rentabilidad, aprovechando al máximo la energía solar (8) y otro tipo de energía, como la eléctrica (10), asegurando el mejor desempeño del deshidratador (13).

Un estudio previo determinó que las frutas deshidratadas de preferencia en el mercado son: frutilla, manzana y durazno; aunque en realidad pueden entrar en el proceso muchas otras. Durante el proceso de deshidratación, las frutas deben ser preparadas en capas delgadas, las cuales deben ser ubicadas en bandejas. Éstas, estarán sometidas a una temperatura de 71 °C, por 30 min (también puede usarse un deshidratador a una temperatura de 62,77 °C, por un período de 6 a 8 horas dependiendo del contenido de agua del producto que se va a deshidratar) (10). Cuando la fruta ha perdido su brillantez y al apretarla ya no libera humedad, está lista para ser empacada. Una vez deshidratada la fruta reduce el volumen hasta el 50 % y su peso hasta un 80 % (12).

En la cinética del proceso de secado, utilizando aire caliente, depende tanto de la geometría y espesor del producto como de las propiedades del aire de secado: la humedad relativa ambiental, temperatura y velocidad del flujo de aire; por lo que en general, para la deshidratación de frutas por este método se recomienda utilizar temperaturas entre 40–80 °C. En el trabajo se contempló la cinética de la deshidratación por flujo de aire caliente de la piña (*Ananas Comosus*, variedad *Cayena lisa*). Las que fueron troceadas en cubos de  $1 \times 5 \pm 0,02$  cm, para ser sometidas al proceso de deshidratación por flujo de aire caliente, a una temperatura de 60 °C durante 5 horas.

De la misma forma, según Daybelis (5), el trabajo tuvo el objetivo de evaluar el comportamiento cinético de las principales propiedades de la fruta bomba (*Carica papaya* L, cv. Maradol Roja) durante los procesos agroindustriales de deshidratación por flujo de aire caliente. Las frutas se cortaron en cubos (trozos) de  $2,5 \times 2,5 \times 1,0 \pm 0,02$  cm (ancho, largo y espesor) y se deshidrataron a una temperatura de 60 °C durante 5 horas.

Respecto al estudio realizado por Giraldo-Zuniga (7), éste se llevó a cabo experimentalmente con cinética del secado de la pulpa de *cupuaçu* en forma de rodajas, con espesor de 0,5 cm. El secado fue realizado utilizándose un secador laboratorial de bandejas, a las temperaturas de 50, 60 y 70 °C, con una velocidad del aire de secado de 1,5 m/s. De acuerdo con los datos de la cinética del secado se puede observar que cuanto mayor es la temperatura del secado mayor es la velocidad del secado. El tiempo requerido, para secar el producto hasta una humedad del 20%, fue de: 9,2; 8,1 y 7,3 horas, para las temperaturas de secado de 50, 60 y 70 °C respectivamente.

Espinosa (8) expone que si la temperatura de secado es muy alta, especialmente al inicio del secado, el exterior de la fruta u hortaliza se seca muy rápido y se endurecerá. Esta capa dura y seca evitará la pérdida de humedad, por lo que el centro podría deteriorarse durante el almacenado.

La mayoría de los frutos se secan a 60-70 °C, hasta que tengan el contenido de humedad final deseado: 15 % convencionalmente. El secado artificial es un método controlado de secado.

También es el más caro ya que requiere de una cámara de secado calentada por gas, electricidad o biomasa. Existen varios tipos y tamaños de secadores disponibles para satisfacer las necesidades de los productores. Las ventajas son que la velocidad de secado puede ser cuidadosamente controlada independientemente de las condiciones climáticas externas para lograr un producto seco de alta calidad. El costo de combustible para calentar el aire es el principal factor económico que afecta las operaciones de secado.

En el secado indirecto no se exponen los alimentos directamente a la radiación solar, para disminuir la decoloración y el agrietamiento en la superficie de estos. Los secadores solares indirectos poseen una unidad colectora solar donde ingresa el aire y una cámara de secado separada donde se almacenan los productos a secar. En el secado solar indirecto el calor necesario para la evaporación se transfiere de forma convectiva desde el aire caliente hacia el material húmedo. Con el secado indirecto se alcanza un mayor control de las condiciones de secado, por lo que se obtiene un producto de mejor calidad.

En las consideraciones realizadas para desarrollar un modelo analítico transitorio, Teixeira (9) tuvo como tarea principal determinar las dimensiones de un deshidratador solar de cacao utilizando aire calentado por colector solar plano y almacenador térmico (el aire caliente atraviesa la cámara de secado que protege al cacao del ambiente exterior y permite la insolación solar directa). El modelo se aplicó al secado solar tradicional en patios. Las condiciones ambientales promedio de la localidad bajo estudio fueron los datos de entrada al modelo. Los resultados indicaron que el aire puede alcanzar 65 °C de temperatura y el 10 % de humedad relativa. La curva de secado modelada presentó concordancia con la curva de secado experimental.

Un secador controlado por medio de la plataforma Microsoft Visual Basic permite simular las condiciones ambientales (temperatura y humedad) de cualquier parte del país (Colombia). Para realizar la validación del equipo se hicieron curvas de secado de plátano variedad *Dominico Hartón* a dos temperaturas (50 y 70 °C) (Mauricio, 10).

Una investigación realizada por Sierra (11) consistió en establecer los valores óptimos de carga másica, temperatura y velocidad del aire en el secado de yuca, en un secador híbrido, para reducir su contenido de humedad hasta 13 %, en base húmeda. Para la evaluación del secador híbrido se desarrollaron corridas experimentales de secado a temperaturas entre 50 y 70 °C, velocidad del aire de 1 a 8 m/s y carga másica de 30 a 80 kg/m<sup>2</sup>. Para la optimización del proceso se empleó el criterio de maximización de la eficiencia global de secado, basado en el estudio fenomenológico de éste. A través de los resultados se delimitó la región factible de optimización por temperaturas entre 50 y 55 °C, velocidad de aire de 1,5 a 1,9 m/s y carga másica de 47 a 67 kg/m<sup>2</sup>. La máxima eficiencia global de secado obtenida fue de 65,6 % para una temperatura, velocidad de aire y carga másica de: 50°C, 1,66 m/s y 55,40 kg/m<sup>2</sup> respectivamente, empleando un tiempo de operación de 5,5 horas.

Otro estudio consistió en el diseño, la construcción y la validación de un sistema híbrido de calentamiento de aire por combustión de biomasa y radiación solar, utilizando material de cambio de fase como fuente de almacenamiento térmico, para el secado de yuca, a pequeña escala. El sistema híbrido concibió un ventilador centrífugo, dos colectores solares, un quemador de combustible sólido (cascarilla de arroz) y un secador de bandejas. La validación del sistema se realizó secando yuca. El PCM permitió seguir el proceso de secado, incluso cuando la radiación solar estuvo por debajo de 116,22 ± 31,94 W/m<sup>2</sup>, logrando mantener temperaturas

de aire de secado en los dos colectores solares a  $46 \pm 4,29$  °C y  $51 \pm 4,08$  °C durante 45 min adicionales. El tiempo de secado fue de 10 h y 45 min; la eficiencia de los colectores solares fue 43,91% y la del quemador de cascarilla de arroz de 36,72 % (13).

Según Mahecha (14), en su trabajo diseñó un prototipo funcional de un secador dinámico conformado por: túnel de secado, sistema mecánico de transporte de material en el interior del equipo y selección y diseño del sistema de suministro de aire caliente. Implementó un mecanismo de transporte sencillo, que permitió la combinación de dos disposiciones de flujo: paralelo y contracorriente. Para la evaluación del prototipo se deshidrató pulpa de mango (*Mangifera indica L.*), usando tres temperaturas en el aire de secado: 50, 60 y 70 °C y tres velocidades del aire en el interior del secador: 1,6; 2,2 y 3,4  $\text{ms}^{-1}$ . En el proceso se utilizó combustión de gas propano para calentar el aire. El prototipo permitió deshidratar pulpa de fruta fluida con un contenido de humedad inicial de 4,26 bs hasta un contenido de humedad final de 0,11 bs, con un tiempo de secado de 8 h (temperatura y velocidad del aire de 70 °C y 3,4  $\text{m s}^{-1}$  respectivamente), con un espesor de pulpa de 4,5 0,5 mm, dispuesta en bandejas rectangulares de 300 x 180 mm y una altura de 15 mm. (Bajo estas condiciones se obtienen láminas de pulpa deshidratada con un espesor de 1,5 y 0,5 mm. El producto final tiene una actividad de agua (aw) de 0,60, lo que lo hace estable, con bajo contenido de agua y con características muy similares al producto fresco). En el secado de la manzana, según Granny (15), la cinética de secado en combinación con las variables fisicoquímicas analizadas: mejor control de la oxidación, menor resistencia al corte y menor actividad de agua, muestran que la mejor metodología, en láminas de 2 mm de grosor y 6,6 cm de diámetro, es el secado convectivo, tanto a 40°C como a 60 °C, siendo más evidente la de 60 °C, debido a la eficiencia en el proceso de secado.

Ante la necesidad de optimizar el proceso de deshidratado de alimentos para productores de escasos recursos y baja escala, Rodríguez (16) diseñó un sistema de control de temperatura con técnicas de control clásico para optimizar el proceso de deshidratado en un deshidratador solar. El sistema a controlar fue de convección forzada con temperaturas de referencia de 50 a 60 °C, no obstante, se presentaron muchos inconvenientes, tales como: escasa calidad en el producto final y reducidas probabilidades de mantener sus condiciones operacionales, altas pérdidas del producto, posibilidad de contaminación y contradicciones entre las diferentes estaciones del año, principalmente en los períodos lluviosos; de lo cual se infiere que no constituye un método recomendable.

Por último, con el objetivo de comparar y validar el dispositivo automatizado, respecto de la metodología tradicional Saavedra (17), procedió a realizar pruebas de secado de cilindros de manzana *Granny Smith* de 2,2 cm y un centímetro de diámetro, considerando tres temperaturas de trabajo: 45, 55 y 65 °C, y una velocidad de aire de 2,4 m/s hasta alcanzar una humedad aproximada del 17 %.

El objetivo de la deshidratación de la fruta es la de eliminar el contenido de agua de la fruta sin perder los nutrientes y preservándoles en el tiempo (12), pues estos no se pudren, sin embargo, debe estar acompañados de un debido almacenamiento, evitando contaminación (18) y absorción de humedad. La deshidratación por medios eléctricos es más rápida pero un poco más costosa debido al consumo de energía; pero, considerando que la energía en el Ecuador es relativamente económica se prefiere la utilización en el diseño de resistencias eléctricas, a la deshidratación por microondas ya que ésta es una tecnología muy costosa y de mantenimiento especializado (19).

## 2. Materiales y Métodos

Las frutas ha deshidratar, preferentemente son: frutilla, manzana y durazno, debido a que éstas tienen mayor aceptación en el mercado local: Riobamba y en la provincia de Chimborazo en general.

El método usado en la investigación se cimentó en la búsqueda de la mejor variante de diseño utilizando la plataforma SolidWorks, que permitió la simulación (20), y obtención de una (potencial) adecuada funcionalidad del deshidratador, a partir de la modificación de determinados parámetros, con vistas a mejorar su rendimiento. La simulación permitió determinar la forma y los materiales del deshidratador para una la capacidad de 50 kg de frutas. Se realizó un diseño geométrico, al cual se integraron las resistencias y el ventilador (para el desplazamiento del aire caliente en la cámara de secado).

La simulación contempló la variación de las capacidades de las resistencias y el flujo de aire del ventilador, encontrándose, luego de varias corridas, los valores para obtener una temperatura de secado dentro del rango recomendado; los cuales son: temperatura de trabajo de la resistencia: 70 °C; el flujo de aire del ventilador: 1,68 m<sup>3</sup>/s; la temperatura de secado: 50 °C, y el calor específico de 2860,8 J/(kg.K). Los factores que pueden ser modificados en la simulación del proceso de secado de las diferentes frutas, son principalmente la temperatura de ingreso y la velocidad del aire los cuales fueron controlados en la simulación (21).

El equipo deshidratador diseñado fue un DMI: su fabricación está prevista en lámina de acero inoxidable AISI 304 y la estructura de soporte de perfil de aluminio 80x80x5; el exterior recubierto con pintura negro mate, para favorecer el calentamiento.

El diseño se basó en la transferencia de calor que se produce con la entrada de aire a temperatura ambiente; y, ésta se incrementa con la radiación de la energía solar (22) y la absorción en las placas.

### *Conducción*

Es el flujo de calor a través de medios sólidos en contacto por medio de vibración interna de las moléculas y electrones libres y por choques entre ellos. El modelo matemático que se ajusta a este tipo de transferencia de calor es la Ley de Fourier (Ercoli, 2014) cuya ecuación para una placa normal es:

$$qc = - \frac{kdT}{dx} \quad (1)$$

donde:

qc = Flujo de calor o transferencia de calor por unidad de área.

k = Constante de proporcionalidad o conductividad térmica del material de la pared

dT/dx = Gradiente de temperatura en la dirección x

Para una placa normal se tiene:

$$qc = \frac{kA(T_{s1} - T_{s2})}{L} \quad (2)$$

donde:

$A$  = Área de la pared

$T_{s1}$  = Temperatura de la superficie 1

$T_{s2}$  = Temperatura de la superficie 2

$L$  = Espesor de la placa

La figura 1 muestra detalles del referido cálculo.

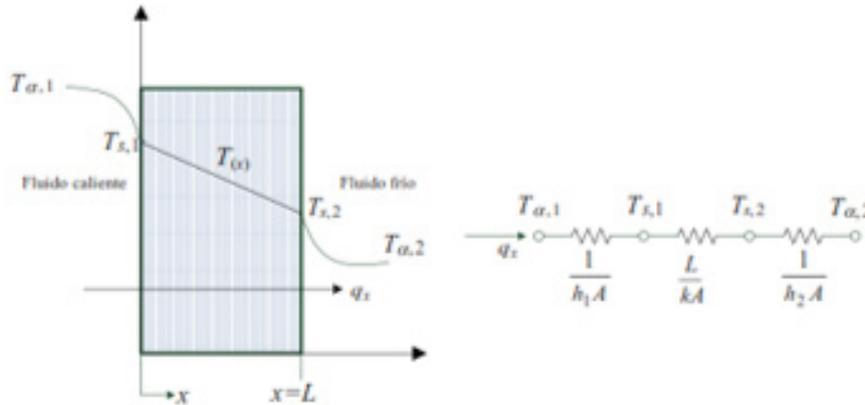


Fig. 1. Transferencia de calor a través de una pared plana.

### Convección

El flujo de calor se produce a través de un fluido, en este caso aire (25) y una superficie.

$$qv = hA(T_s - T_{\infty}) \quad (3)$$

donde:

$qv$  = Flujo de calor por convección

$h$  = Coeficiente de transferencia de calor por convección (superficie y aire)

$A$  = Área de la superficie

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_{\infty}$  = Temperatura del aire

### Radiación

En la radiación (25) las superficies no deben estar en contacto si no que pueden estar separadas por aire (o vacío), la transferencia de calor se realiza a través de ondas electromagnéticas. La energía irradiada se mueva a la velocidad de la luz. La radiación es aprovechada por el colector solar del deshidratador (De la Vega Sánchez, sf). Se calcula mediante:

$$qr = \epsilon\sigma(T_s^4 - T_{air}^4) \quad (4)$$

donde:

$qr$  = Flujo de calor por radiación

$E$  = Emisividad (0,23 correspondiente a chapa galvanizada y bruñida)

$\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^2$ )

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_{air}$  = Temperatura del aire que se encuentra cercano a la superficie

### *Síntesis de componentes del deshidratador*

El deshidratador está compuesto por los elementos siguientes:

- Panel solar
- Ductos de entrada y salida de aire
- Cámara de calentamiento y flujo de aire
- Cámara de secado

### *Análisis y alternativas de diseño*

Las variables consideradas para el diseño del deshidratador se presentan en la Tabla 1.

*Tabla 1. Variables consideradas para el diseño del DMI.*

Variables	Características	Parámetros	
1	Características físicas	Tipo	Indirecto Mixto
		Área del colector	1 m <sup>2</sup>
		Capacidad de secado	50 kg de fruta fresca
		Área y número de bandejas	1 m <sup>2</sup> – 32 bandejas
2	Comportamiento térmico	Radiación solar local	8 – 10 UV
		Tiempo de secado y velocidad de secado	Variable de acuerdo a la fruta
		Temperatura del aire	15 ° C promedio
		Flujo del aire	1,68 m <sup>3</sup> /s
3	Características del secado del producto	Contenido inicial de humedad	Variable de acuerdo a la fruta
		Contenido final de humedad	Variable de acuerdo a la fruta
		Temperatura máxima de secado	70 °C
		Tiempo de secado	Variable de acuerdo a la fruta

La simulación del diseño se realizó con las siguientes alternativas:

- Cambio de posición del ventilador: antes de la cámara de calentamiento de aire y después de esta cámara.
- Variación del flujo de aire proporcionado por el ventilador.
- Variación de la temperatura en el panel solar.
- Estudio del comportamiento térmico de la cámara de secado con y sin aislamiento en lana de vidrio.
- Modificación de las dimensiones: materiales y forma de las cámaras.
- Selección de diferentes temperaturas de resistencias.

### *Colector solar*

Constituido por:

- Caja aislada: provee aislamiento térmico del colector (13).
- Placa de absorción: absorbe la mayor cantidad de radiación (27).
- Cubierta: empleada para reducir las pérdidas de calor (14): permite que la radiación pase a la placa de absorción y refleje la radiación térmica emitida por la placa.

### Parámetros de diseño

La temperatura, en el interior del cuerpo del deshidratador debe estar entre 40 a 70 °C; para conseguir esto fue necesario la selección de sensores de temperatura para regular a una temperatura constante (que depende del tipo de fruta y del tiempo de secado, sin perder las características alimenticias de la misma). La carga de frutas en el deshidratador fue de 50 kg. Las frutas fueron cortadas en rebanadas (si es caso) para facilitar el secado.

### Aire forzado:

Se seleccionó un ventilador (Fuentes, sf) apropiado para la circulación del aire caliente (necesario para la deshidratación apropiada de las frutas) (26)). Se consideró que el fluido de trabajo es aire limpio, sin partículas abrasivas (clase 1) y la velocidad máxima del ventilador recomendada para el deshidratado de frutas y vegetales es de 1200 rpm.

### Simulación en SolidWorks

La simulación realizada, contempló algunos parámetros considerados en el secado de frutas (15), como fueron: la velocidad y temperatura del aire en la entrada al deshidratador, la temperatura de deshidratación en la zona de secado (23), la temperatura de resistencias y el flujo de aire generado por los ventiladores. (La simulación realizada a priori puede cambiar en función principalmente del tipo de ventilador que se encuentra disponible en el mercado (16). Los parámetros utilizados en la simulación fueron (28):

- Temperatura de aire en la entrada: aproximadamente 20 °C
- Velocidad del ventilador: 1200 rad/s
- Temperatura de las resistencias: 70 °C
- Flujo de aire en la entrada del deshidratador: 1,68 m<sup>3</sup>/s
- Presión atmosférica: 101 325 Pa.

## 3. Resultados

Se realizó el diseño del deshidratador de frutas (DMI), utilizando la plataforma SolidWorks, como se puede observar en la secuencia de las Figuras de la 2 a la 6:

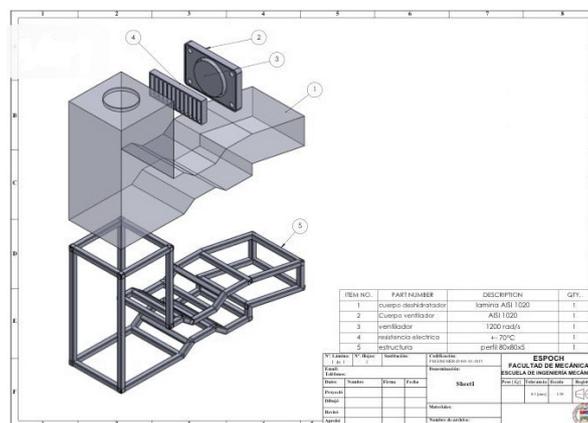


Fig. 2. Vista del diseño del Deshidratador Mixto Indirecto de Frutas (DMI), utilizando la plataforma SolidWorks.

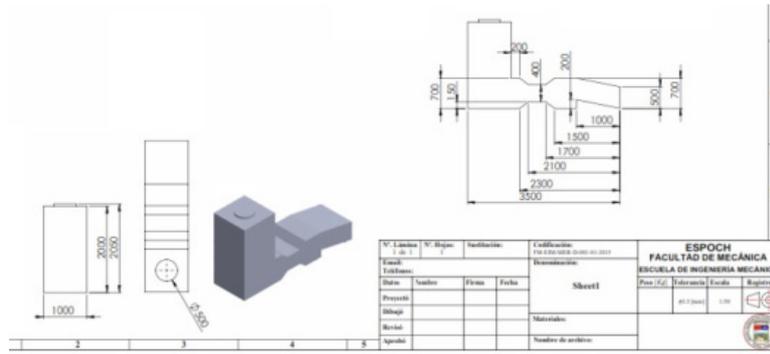


Fig. 3. Dimensionamiento del Deshidratador Mixto Indirecto (DMI) (toma restringida).

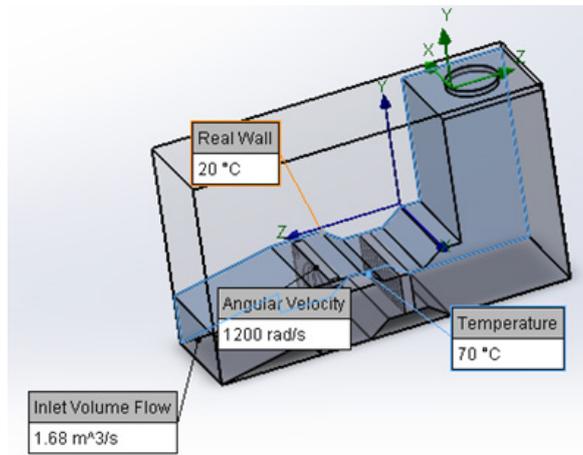


Fig. 4. Parámetros de diseño y configuración del Deshidratador Mixto Indirecto (DMI).

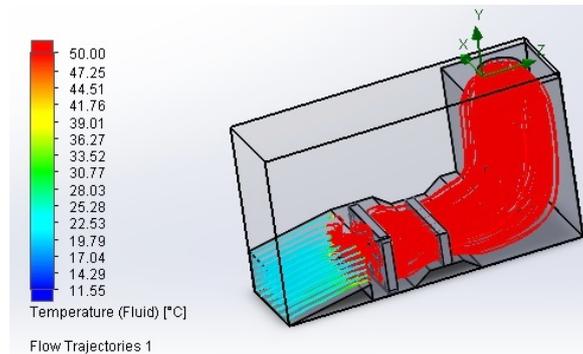


Fig. 5. Distribución de Temperaturas en la zona de deshidratación del DMI.

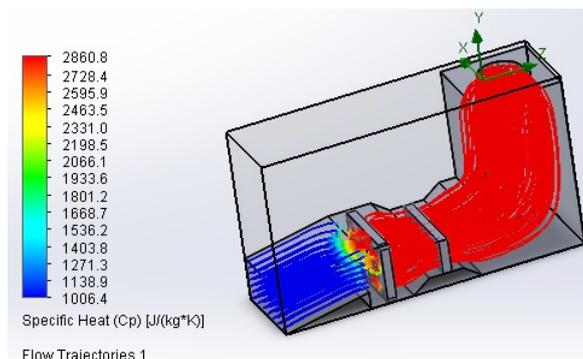


Fig. 6. Distribución del calor específico en la zona de deshidratación.

El calor específico del compartimiento de secado fue uniforme y tuvo un valor de 2860,8 J/(kg.K).

Como se puede observar, durante la simulación se logró obtener una temperatura y calor específico constantes (lo que permitirá una deshidratación de la fruta en forma homogénea sin la pérdida de las características alimenticias).

#### **4. Discusión**

El diseño que se propone asegura la deshidratación homogénea de las frutas, manteniendo las características alimenticias de las mismas en relación con otras propuestas de estudios importantes. Además, en el diseño, complementariamente, se concibió el calentamiento del aire mediante resistencias eléctricas, lo que asegura un funcionamiento continuo del equipo; lo cual redundará en una mayor producción de frutas deshidratadas. Se tuvo en cuenta también, y de forma determinante, la utilización estricta de materiales adecuados en el deshidratador (acero inoxidable), para asegurar la asepsia del proceso de deshidratación de frutas.

En la simulación realizada para el diseño del deshidratador de frutas (DMI), utilizando la plataforma SolidWorks, la temperatura, en el interior del cuerpo del deshidratador debe estar entre 40 a 70 °C (resultado éste que coincide con los obtenidos por un sinnúmero de estudios realizados al respecto) (deshidratación por flujo de aire caliente: técnica mediante la cual el calor elimina el agua que contienen algunos alimentos, mediante la evaporación, lo que impide el crecimiento de algunas bacterias que no pueden vivir en medios secos (3)).

La simulación mecánica se utilizó, solamente, para determinar la geometría del DMI, es decir, la forma y dimensiones del mismo (en la estructura y cuerpo del DMI las solicitudes de esfuerzos no son considerables, porque está sometido a presión atmosférica, y la presión del ventilador corresponde al tipo 1: que no contiene partículas abrasivas; razón por la cual no se hizo el análisis de esfuerzos, resistencia, deformaciones y desgaste abrasivo). La simulación estuvo orientada, básicamente, al aspecto termodinámico. El ventilador es centrífugo y entrega un flujo de aire de 1,68 m<sup>3</sup>/s; y fue seleccionado en base a las especificaciones del fabricante. En cuanto a la lámina de recubrimiento del deshidratador se tomó 1,2 mm (que es suficiente para soportar un esfuerzo aproximado de 150 kg, también según especificaciones del fabricante). Ésta, se encuentra sometida a las condiciones ambientales, las cuales no tienen mayor incidencia en la vida útil.

El tiempo requerido para lograr el deshidratado, según Espinoza (8), con la humedad final esperada depende mucho de la superficie del producto expuesta al proceso de secado. En el DMI propuesto considera la utilización de un sistema de deshidratación por flujo de aire caliente continuo; ya que, solo la energía solar no garantiza la obtención de productos de calidad, debido a que podrían existir intervalos de tiempo en que la temperatura descienda por condiciones ambientales y el flujo de aire se vea reducido, ocasionando en la fruta adherencias de hongos o bacterias no deseables por la interrupción del proceso, mientras que la utilización complementaria de un sistema eléctrico resulta ser más aconsejable porque no habría posibilidad de interrupción del proceso.

#### **Conclusiones**

Si bien es cierto que el deshidratador directo solar es el más económico, el producto obtenido es de baja calidad, entre otras razones por no realizarse un calentamiento homogéneo, lo que provoca pérdidas del mismo al final del proceso. El diseño que se propone salva esta dificultad, manteniendo las características organolépticas y alimenticias de las frutas en relación con otras propuestas de estudios importantes. Además, en el diseño, complementariamente, se concibió el calentamiento del aire mediante resistencias eléctricas (dotados con sensores de temperatura y humedad: higrómetros), lo que asegura un funcionamiento continuo del equipo; lo cual redundará en una mayor producción de frutas deshidratadas. Se tuvo en cuenta también, y de forma determinante, la utilización estricta de materiales adecuados (acero inoxidable en la mayor parte del equipo), para asegurar la asepsia del proceso de deshidratación de las frutas, según las normas National Sanitation Foundation International (NSF) e ISO 22000 de seguridad alimentaria. Se tuvo especial cuidado en que el cuerpo del DMI y las bandejas porta frutas fueran de acero inoxidable SA. 240, grado 304 (AISI 304); mientras que, las placas del colector solar, que no estarán en contacto con las frutas, se concibieron de chapa galvanizada, cuya única función es la de calentar el aire a la temperatura adecuada: de 40 a 70°C, según el tipo de fruta, lo que asegura que el DMI diseñado garantice un flujo de aire caliente homogéneo, con la obtención de una mayor producción y calidad del producto.

### **Bibliografía**

1. Paola, J.; Castro, R.; Eduardo, C.; Cuenca, N. & Sc M. 2006. De poligalacturonasa en la corteza de pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*) Polygalacturonase Activity in Yellow Pitaya Peel (*Acanthocereus pitajaya*).
2. Instituto Tecnológico de Kyūshū. Innovación puntera para una mejor deshidratación de alimentos. 2012. [Citado el 4 de Abril de 2018.] Recuperado de: [https://www.japan.go.jp/\\_src/296515/newyear16es\\_26-27.pdf](https://www.japan.go.jp/_src/296515/newyear16es_26-27.pdf).
3. Pereira, A. G.; Becerá, S. M.; Gómez, A. H.; González, L. M. & Valdes, D. F. 2013. Análisis comparativo de la cinética de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente de la piña (*Ananas Comosus*, variedad Cayena lisa). *Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias*, 22(1), pp.62–69.
4. Pérez, D.; Otto, T. & Castro, R. C. (n.d.). Calidad y Fiabilidad en la Proyección de Plantas Industriales Introducción. pp. 97–111.
5. Daybelis, I.; Valdés, F.; Sahylin, M. y otros. 2015. Postharvest: biology and technology Cinética de secado de fruta bomba (*Carica papaya L.*, cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente Kinetic of drying papaya fruit (*Carica papaya L.* cv. Maradol Roja) by means osmotic dehydration and hot air flow, 24(1). pp. 22–28.
6. Behavior, P.; Isabel, K. & Regino, C. 2011. Comportamiento poscosecha y evaluación de calidad de fruta fresca de guayaba en diferentes condiciones de almacenamiento, 64(2), pp.6207–6212.
7. Giraldo-Zuniga, A. D.; Arévalo-Pinedo, A.; Silva, A. F.; Silva, P. F.; Valdes-Serra, J. C.; Cristina, M. & Pavlak, D. M. 2010. Datos experimentales de la cinética del secado y del modelo matemático para pulpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) en rodajas Kinetic drying experimental data and mathematical model for cupuaçu pulp (*Theobroma grandiflora*) slices, 30(1), pp.179–182.
8. Espinoza, J. 2016. Innovación en el deshidratado solar Innovation on solar dehydrator, 24, pp.72–80.
9. Teixeira, J.; Malpica, F. 2016. Desarrollo de un modelo matemático para dimensionar un deshidratador solar directo de cacao Development of a mathematical model to determine the proportions a direct solar dehydrator of cacao Métodos y Materiales, 19(1), pp.30–39.

10. Mauricio, E.; Solano, V.; Mauricio, E.; Solano, V. & Alexander, F. 2010. Montaje y puesta en marcha de un secador por lotes semiautomático de bandejas por aire caliente Designing , assembly and start up for a semiautomatic hot-air tray dryer, *30*(2), pp.43–51.
11. Sierra, M. J. 2016. Evaluación y Optimización de Secador Híbrido para Yuca Evaluation and Optimization of Hybrid Dryer of Cassava, *27*(2), pp.77–86. Recuperado de: <http://doi.org/10.4067/S0718-07642016000200010>Tecnolog, S. (n.d.).
12. Borsini, A.; Kaki, D. 2016. Aplicación de diferentes técnicas de Secado en frutas de Diospyros kaki var . “Fuyu .”
13. Pedro, J. & Keimer, A. 2017. Diseño y construcción de un sistema híbrido de calentamiento de aire por combustión de biomasa y radiación solar, utilizando PCM como fuente de almacenamiento térmico, para secado de yuca Design and construction of a hybrid system.
14. Mahecha, P. V.; Parra-Coronado, A.; Mahecha, P. V.; Parra-Coronado, A. 2011. Diseño , construcción y evaluación de un prototipo de secador dinámico para la obtención de pulpas de frutas deshidratadas laminadas Designing , constructing and evaluating a dynamic prototype dryer for obtaining rolled dehydrated fruit pulp, *31*(1), pp.163–170.
15. Granny Smith. Cinética de la deshidratación y control de la oxidación en manzana, mediante la aplicación de diferentes métodos de secado. (n.d.), pp.7–16.
16. Rodríguez, B; Villanueva, E.; Partida, A.; Avitia Patricia. 2017. Diseño de un control de temperatura con técnicas de control clásico, para optimizar el proceso de deshidratado en un deshidratador solar. *3*(10), pp.37–46.
17. Saavedra, J. A.; Puente, L. A.; González, G. A. 2008. Automatización de un Secador Convectivo de Aire Caliente para fines de Docencia en Ingeniería de Alimentos Automation of a Convective Hot Air Dryer for Teaching in Food Engineering, *19*(4), pp.3–10.
18. Palomo, I.; Gutiérrez, M.; Torres, S.Y Otros, S. M. 2009. Efecto antioxidante de frutas y hortalizasde la zona central de Chile, *36*, pp.152–158.
19. Urfalino, D., Worlock, J. Optimización de hornos industriales para deshidratado de ciruelas. 2014. (40), pp.60–66.
20. Minerva, D.; Nava, R.; Diana, M.; Nava, R.; Alfonso, C. R.; Carbonell, G.; Sánchez, C. A. 2017. Simulación computacional como herramienta para disminuir los costos asociados al diseño mecánico, *11*(1), pp.82–93.
21. García-Paternina, M.; Alvis-Bermudez, A.; García-Mogollon, C. A. 2015. Evaluación de los Pretratamientos de Deshidratación Osmótica y Microondas en la Obtención de Hojuelas de Mango (Tommy Atkins). Evaluation of the Osmotic Dehydration Pretreatment and Microwave in the Obtaining of Flakes of Mango (Tommy Atkins), *26*(5), pp.63–70.
22. Análisis y diseño de un sistema de generación eléctrica termosolar con concentrador de disco parabólico y motor stirling de 2,7 kw enfriado por aire. Analysis and Design of a Dish / Stirling System for Solar Electric. (2012), *XIII*, pp.43–53.
23. Ercoli, L. G. 2014. Análisis de Fourier aplicado a la resolución de la Ecuación del Calor. (3), pp.3–6.
24. Fuentes, Fabricio, César, Marín Y Deyabira, Muñoz. (s.f.). Comportamiento de la temperatura del flujo... Scielo.

25. Chamorro, M. V. & Viana, L. A. 2015. Cuantificación y caracterización de la radiación solar en el departamento de La Guajira-Colombia mediante el cálculo de transmisibilidad atmosférica Quantification and characterization of solar radiation at the department of La Guajira-Colombia by calculating atmospheric transmissivity.
26. De La Vega Sánchez, F. (s.f.). Diseño y construcción de un deshidratador de plátano.
27. Enrique, A.; Gómez, Á.; Mario, J.; Fandiño, M.; Fernando, J. & Sarmiento, B. 2010. Evaluación energética de un colector solar de placa plana de doble cubierta. Energy assessment of a double cover flat-plate solar collector.
28. Sabroso, V., Alberto, C. 2015. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
29. Márquez, C. A.; Michelis, A. D. E. 2008. Propiedades de lechos fijos durante la deshidratación convectiva de cerezas, guindas y rosa mosqueta. Cambios de volumen y porosidad, 1950 (8430). pp 311–316.
30. Moraga, N. O.; Zambra, C. E.; TORRES, P. B. & LEMUS-MONDACA, R. A. 2011. De calor y masa en procesos agroalimentarios por método de volúmenes finitos fluid dynamics, heat and mass transfer modeling by finite volume method for agrofood processes, *M*, pp.140–149.

# ***Aplicación biotecnológica en la obtención de un simbiótico encapsulado a base de diferentes niveles de inulina y (*Lactobacillus casei*)***

*(Biotechnological application in obtaining a symbiotic encapsulated by different levels of (*Lactobacillus casei*) and inuline)*

S. Silva<sup>(1)</sup>, C. Flores<sup>(1)\*</sup>, I. Salgado<sup>(1)</sup>, L. Flores<sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

\*Correspondencia: 0991684621, ifloresm1@yahoo.es (I, Flores)

## **RESUMEN**

En los Laboratorios de Biotecnología de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y de la Universidad Técnica Particular de Loja, se evaluó la combinación de 6 tipos de simbióticos encapsulados mediante el método Spray Drying, aplicando para cada uno un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial, con 10 repeticiones por tratamiento y un tamaño de unidad experimental de 200 ml, utilizando (50, 100 y 150) mg de (*Lactobacillus casei*) combinados con (40 y 80) mg de Inulina, determinándose estadísticamente la mejor combinación con 150 mg de (*Lactobacillus casei*) y 80 mg de Inulina ya que presentó una mayor cantidad de bacterias ácido lácticas  $2.99 \text{ E}+06 \text{ UFC/g}$ , en tanto que en el proceso de atomización se reportó una disminución de estas frente al conteo inicial debido a que la Inulina actúa como tampón frente a lo elevados °Brix de la biomasa resultado de la alta concentración de maltodextrina (1:3), mientras que por efecto del material encapsulante que es obtenido por hidrólisis de almidón la densidad se encuentra en una media de  $0.66 \text{ g/ml}$  que es relativamente bajo y un pH dentro de los rangos de neutralidad, además se observó que las variables de estudio no tuvieron una influencia frente a la adición cantidades inulina si no por otros factores antes mencionados, por lo que se recomienda realizar micrografía eléctrica de barrido (E-SEM)

de los polvos para profundizar en el análisis y de igual manera la utilizar la micro encapsulación en distintas matrices alimentarias.

**Palabras claves:** *Simbiótico, Encapsulamiento, Lactobacillus casei, Inulina.*

## **ABSTRACT**

In the Biotechnology Laboratories of the Faculty of Sciences of the Higher Polytechnic School of Chimborazo and of the Private Technical University of Loja, the combination of 6 types of symbiotic encapsulated by the Spray Drying method was evaluated, applying for each one a completely chance in a bifactorial arrangement, with 10 repetitions per treatment and an experimental unit size of 200 ml, using (50, 100 and 150) mg of (*Lactobacillus casei*) combined with (40 and 80) mg of Inulin, statistically determining the best combination with 150 mg of (*Lactobacillus casei*) and 80 mg of Inulin since it presented a greater quantity of lactic acid bacteria  $2.99 \text{ E} + 06 \text{ CFU} / \text{g}$ , while in the atomization process a decrease of these compared to the initial count was reported due to that Inulin acts as a buffer against the high °Brix of the biomass resulting from the high concentration of maltodextrin (1: 3), while by effect of the encapsulant material that is obtained by hydrolysis of starch the density is found in an average of  $0.66 \text{ g} / \text{ml}$  that is relatively low

and a pH within the ranges of neutrality, in addition it was observed that the study variables did not have an influence on the addition of inulin amounts if not by other factors mentioned above, so it is recommended to perform scanning electric micrography (E-SEM) of the powders to deepen

the analysis and in the same way to use the micro encapsulation in different dietary matrices.

**Key words:** *Symbiotic, Encapsulation, Lactobacillus casei, Inulin.*

## 1. Introducción

Los prebióticos son ingredientes no digestibles de los alimentos que benefician al huésped estimulando selectivamente el crecimiento de la actividad de las especies de bacterias que están establecidas en el colon, mejorando así la salud del huésped, siendo una palabra relativamente nueva que significa “a favor de la vida” y actualmente se utiliza para designar las bacterias que tienen efectos beneficiosos para los seres humanos y los animales (1).

Cada día la industria alimentaria muestra un interés creciente en la implementación de los microorganismos probióticos para la elaboración de Alimentos Funcionales (AF). Ya que eficacia medicinal o terapéutica de estos alimentos depende del número de Unidades Formadoras de colonias por ml o gramo (UFC/ml o g) de microorganismos probióticos viables y activos en el producto al momento de consumirlo (2).

Dentro del grupo de los probióticos de mayor importancia encontramos los *Lactobacillus casei*, productora de ácido láctico, empleada en la industria láctea (por lo general) en la elaboración de alimentos probióticos, se ha comprobado que esta especie particular de *lactobacilo* es muy resistente a rangos muy amplios de pH y temperatura (3).

Un simbiótico es a la mezcla de uno o más organismos probióticos con uno o varios compuestos prebióticos, con el objetivo de favorecer la actividad de ambos componentes para potenciar sus propiedades saludables gracias al efecto sinérgico que existe entre ellos. Esto implica que sólo puede ser simbiótico el producto que demuestra ejercer un efecto beneficioso superior a la suma de los generados por sus integrantes por separado (4).

De acuerdo a lo que establece (5), el recuento de un probiótico debe de ser mayor o igual a  $1 \times 10^6$  UFC/g en el producto terminado hasta el final de la vida útil.

Una de las desventajas del empleo de probióticos en el procesamiento de alimentos es la baja viabilidad de estos, la cual se puede ver afectada por condiciones ambientales como el la humedad y la temperatura. Una alternativa para mitigar estos efectos es mediante el desarrollo de condiciones protectoras que garanticen dicha viabilidad y actividad de estos microorganismos durante su uso y aplicación en alimentos, asegurando que sean liberados en el intestino donde se precisa su acción (2).

El género *Lactobacillus* está comprendido por bacterias en forma bacilar de  $0,5 - 1,2 \times 1,0 - 10,0 \mu\text{m}$ , comúnmente se asocian en cadenas cortas, son anaerobias facultativas ó microaerófilas, catalasa y citocromo negativos (6).

En la actualidad la encapsulación es un método frecuentemente utilizado para conser-

var o mejorar las propiedades en el manejo y producción de algunos ingredientes alimenticios como vitaminas, acidulantes, sabores, aromas, enzimas, células microbianas entre otras (7).

La inulina constituye una interesante alternativa para la elaboración de cubiertas de fármacos que deben liberar su principio activo en el colon (8).

La inulina debido a sus propiedades nutricionales y fisiológicas, se ha utilizado cada vez más como un ingrediente versátil en alimentos funcionales procesados como los reemplazos de grasas y azúcares o suplementos de fibra (9).

Las Bacterias ácido lácticas constituyen la microbiota mayoritaria de los embutidos fermentados curados, con recuentos finales superiores a 10<sup>7</sup> UFC/g (10).

Las Bacterias ácido lácticas son microorganismos fermentativos que pueden seguir dos rutas metabólicas para hidrolizar los hidratos de carbono: homofermentativa y heterofermentativa, la primera es la que, prácticamente de manera exclusiva, produce ácido láctico, responsable del descenso de pH durante la fermentación que implica diversos efectos beneficiosos, tales: - Inhibición del crecimiento de microorganismos causantes de alteraciones y patógenos, facilitando la conservación. - Modulación de las reacciones enzimáticas que contribuyen al desarrollo del aroma y flavor, entre otras. (11,12).

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Unidades Experimentales

Para la presente investigación se utilizó 12 litros de simbiótico (volumen de cultivo) partiendo de la preparación de muestras de 200ml (TUE), pues al ser un arreglo bifactorial tenemos tres niveles de probióticos (*Lactobacillus casei* 50 mg, 100 mg y 150 mg) que es el factor A, y 2 niveles de prebiótico (Inulina de 40 mg y 80 mg) que es el factor B con 10 repeticiones que serán motivos de estudio.

### 2.2. Tratamientos y diseño experimental

En esta investigación se probó distintas mezclas de Inulina y *Lactobacillus casei* encapsulándolos por el método de Spray Drying. Haciendo dos soluciones de Inulina de (40 y 80) mg y con 3 concentraciones de microorganismos (50, 100 y 150) mg, trabajando con un Diseño Completamente al Azar en un arreglo Bifactorial, el mismo consta de 6 tratamientos y 10 repeticiones, como lo indica la tabla 1.

Tabla 1. Esquema del experimento.

Factor A	Factor B	Código	Repetición	TUE(ml)	TUE/Trat.
<i>Lactobacillus c.</i> 50mg	Inulina 40mg	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	10	200	2000
<i>Lactobacillus c.</i> 100mg	Inulina 80mg	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	10	200	2000
<i>Lactobacillus c.</i> 150mg	Inulina 40mg	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	10	200	2000
<i>Lactobacillus c.</i> 50mg	Inulina 80mg	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	10	200	2000
<i>Lactobacillus c.</i> 100mg	Inulina 40mg	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10	200	2000
<i>Lactobacillus c.</i> 150mg	Inulina 80mg	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10	200	2000
<b>TOTAL</b>					<b>12000ml</b>

### 2.3. *Activación microbiana*

Se realizó la activación de la los *Lactobacillus casei* considerando una gradiente de 50 con respecto al inóculo (50, 100 y 150) (13).

- Inoculación de la cepa liofilizada en el biorreactor (la cantidad correspondiente para cada tratamiento),
- Sellar con cinta parafilm los frascos (bioseguridad)
- Distribuirlos biorreactores en el agitador Shaker orbital a una temperatura de 37°C, durante 48 horas y con 50 rpm.
- Realizar pruebas de realizar pruebas de sólidos totales (SST) de cada uno de los tratamientos.
- Colocar los biorreactores en un cooler con hielo ligeramente esparcido, para la conservación y bioseguridad de la biomasa que serán micro encapsulados después de 16 horas

### 2.4. *Siembra recuento y determinación de la cantidad de Bacterias Ácido Lácticas- BAL (UFC/g) de la biomasa (13, 14)*

- Plaquear utilizando agar MRS (70 g de medio en 1000 ml de agua purificada), esterilizar dentro de frascos termo resistentes y finalmente verter 15 ml en cajas Petri y codificar
- Realizar diluciones 10<sup>-3</sup> y por triplicado de los micro encapsulados, de cada uno de los tratamientos.
- Tomar 0,1 ml (100μl) de cada dilución y sembrar en las cajas Petri con el método de siembra por superficie, usando la Asa drigalsky vidrio, e incubar a 36°C por 48 horas.
- Realizar el recuento utilizando una cuenta colonias.
- Para colonias demasiado numerosas o incontables se realiza un conteo dividiendo la caja en 2 o 4 partes dependiendo el caso, se cuenta una parte, y éste se multiplica por las partes divididas.
- Calcular el valor de UFC/ml de las bacterias.

### 2.5. *Encapsulación*

Se basó de acuerdo a un estudio científico frente a las temperaturas óptimas para micro encapsular probióticos con agentes prebióticos (15).

- Realizar la relación 1:3 respecto al peso seco de la biomasa y al material encapsulante (malto dextrina).
- Agregar el prebiótico (Inulina) correspondiente a cada tratamiento y homogenizar.
- la mezcla es alimentada al secador y se atomiza por medio de una boquilla o disco.
- Atomizar la biomasa en el equipo Mini Spray Drying a una temperatura de entrada de 100 °C±2 y una temperatura de salida de 50±5, con una alimentación de 10. La biomasa cae en forma de pequeñas gotitas en un medio de secado (aire caliente); dando como resultado un material que queda incluido dentro de otro. el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto (5 a 30 s)
- Se recoge el material micro encapsulado del recolector del equipo, se envasa, pesa y codifica.
- Siembra, recuento y determinación de la cantidad de Bacterias Ácido Lácticas- BAL (UFC/g) de los encapsulados (14).

- Determinación de la viabilidad de *Lactobacillus casei* (log UFC/g) de los encapsulados (13).

## 2.6. *Análisis Físico Químico*

Para el estudio de las características físico químicas del simbiótico encapsulado implicó tomar 1 gramo de muestra para la determinación de pH mediante el método INEN 526 1980-12 ,2012 (16) y para la densidad g/ml se utilizó 10 gramos de muestra (17).

## 2.7. *Análisis Microbiológico*

Para la evaluación de la cantidad de Bacterias Acido Lácticas (BAL). UFC/ml, se empleó el método determinado por las normas ISO, UNE 4833-1:2014 (14), mientras que (13) para determinar la viabilidad (Log UFC/g).

## 2.8. *Análisis Estadístico y pruebas de significancia*

En la presente investigación las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar con un arreglo combinatorio sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- ✓ Análisis de Varianza (ADEVA), para aceptar la hipótesis.
- ✓ Separación de medias ( $P < 0,05$ ) a través de la prueba de DUCAN, utilizando en programa infostat versión 1 (2016).

## 3. **Resultados y Discusión**

### 3.1. *pH*

Se realizó el análisis de la variable pH de todos los tratamientos, obteniendo el resultado de 7.33 para 100 mg de *Lactobacillus casei* y 80 mg de Inulina, mientras que de 6.52 en el encapsulado que contiene 150 mg de *Lactobacillus casei* y 80 mg de Inulina, siendo el mayor y menor respectivamente, valores que difieren significativamente ( $P < 0,01$ ) del resto de tratamientos, como se muestra en la figura 1. A comparación de un estudio sobre la evaluación de la capacidad probiótica “in vitro” de una cepa nativa de *Saccharomyces cerevisiae* que las bacterias ácido lácticas crecen en pH de 4,5 – 6,4 donde los medios son ligeramente ácidos (18). El pH de los biorreactores cuando culminaron su proceso de activación oscilan entre 6 y 6.2, pero, al agregar la maltodextrina en una proporción 1:3 (biomasa y material encapsulante) debido a que la cantidad de SST de la biomasa es bajo (0,8-1,0 %), sube sustancialmente los °Brix por lo que al utilizar la INULINA (prebiótico), este actúa como una solución tampón de acuerdo a su ficha técnica , en el que indica que si se aplica en una solución que tiene 30 y 50 °Brix este tendrá un pH de 5 y 7 respectivamente. Es por ello que el pH de nuestros encapsulados llega a rangos de neutralidad. En concordancia con investigaciones que nos indican que la maltodextrina tiene un efecto significativo en los °Brix y la viscosidad del medio en donde se aplica por lo que es necesario encontrar un equilibrio entre el máximo de °Brix y una mínima viscosidad, pues una viscosidad baja permite una mejor fluidez de la mezcla en el sistema de atomización (disco o difusor), y una alta concentración de sólidos totales incrementa el rendimiento del producto final, siendo la maltodextrina es uno de las materias primas base en los procesos de secado por aspersión para productos con un bajo contenido de sólidos totales (19).

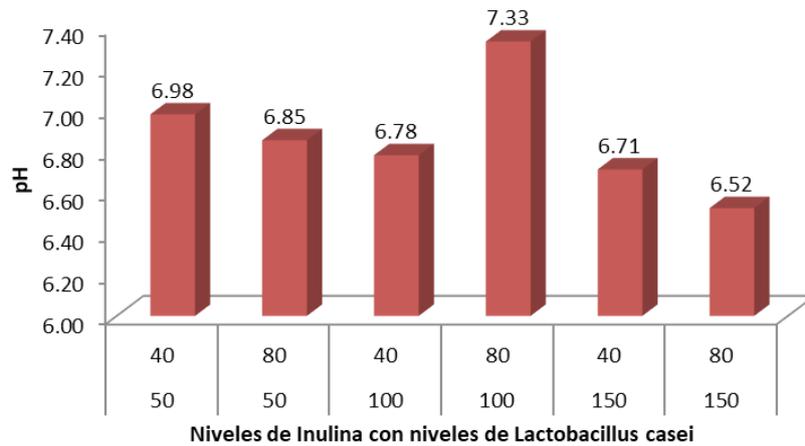


Fig. 1. pH de los diferentes encapsulados combinados con diferentes niveles de inulina y *Lactobacillus casei*

A demás al hacer el análisis de varianza encontramos que mediante el coeficiente de determinación la función que más se ajusta es la cuadrática, expresada en el gráfico 2, por lo que se realizó la regresión, encontrándose diferencias altamente significativa ( $<0.01$ ), donde se infiere que partiendo de un intercepto de  $-0,000x^2$  la tensión se eleva  $0,020x$  y finaliza en el intercepto final de  $6,195$ , con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 18.3\%$ ; mientras tanto que el  $81.17\%$  restantes dependió de otros factores ya que la fermentación homoláctica puede además dar lugar a una mezcla de ácidos cuando existe una concentración de glucosa limitante, cuando se incrementa el pH, se aumenta la temperatura o se fermentan azúcares diferentes a la glucosa; en estos casos, la diferencia radica en el metabolismo del piruvato, el cual además de producir ácido láctico produce además formiato y acetil CoA por la enzima piruvato formiato liasa (20).

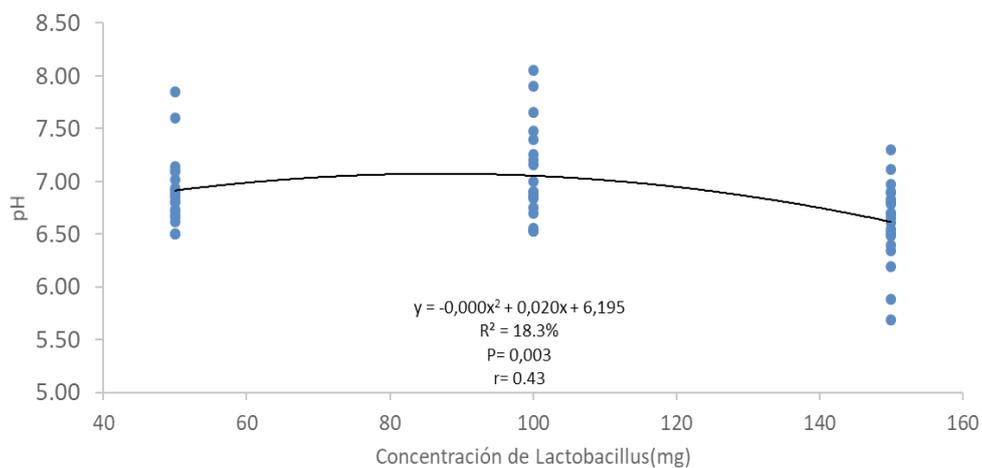


Fig. 2. Regresión cuadrática de la variable pH del simbiótico encapsulado a base de diferentes niveles de Inulina 40 mg y 80 mg y *Lactobacillus casei* 50 mg, 100 mg y 150 mg.

### 3.2. Densidad

En lo que refiere a la densidad no se presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos, siendo 0.70 g/ml la mayor densidad presente con 150 mg de *Lactobacillus casei* y 80 mg de Inulina, mientras que para 50 mg de *Lactobacillus casei* con 80 mg de Inulina se presenta una densidad menor de 0,64 g/ml, resultados que se encuentran en concordancia con otras investigaciones realizadas, que determinan la densidad de la microcapsulas de cacao con 2 materiales encapsulantes ( maltodextrina y HI-CAP100) obteniendo 0,605 y 0,622 respectivamente (21), permitiendo deducir que la densidad del encapsulado dependerán de muchos factores uno de ellos es el peso molecular del material encapsulante y otro la cantidad a utilizar, puesto que a mayor peso del mismo mayor será la densidad, atribuyéndose un peso mayor a HI-CAP100(almidón modificado) frente a las maltodextrinas.

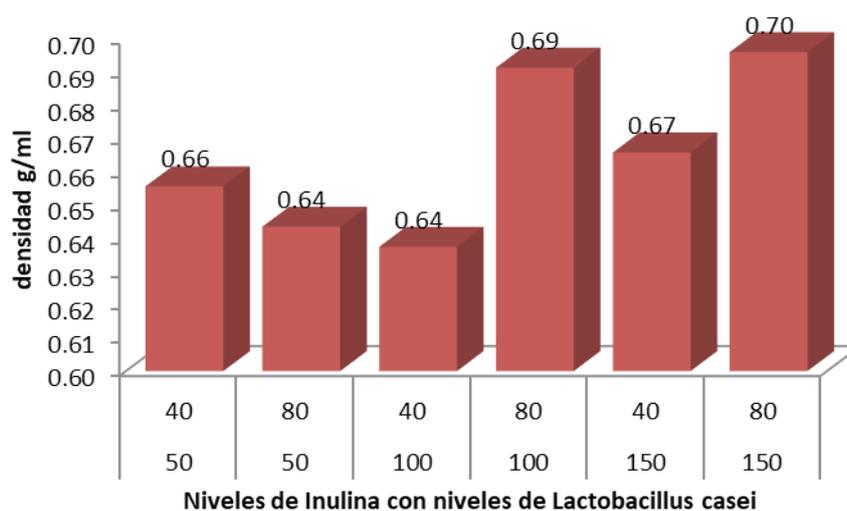


Fig. 3. La densidad en g/ml de los diferentes encapsulados combinados con diferentes niveles de inulina y *Lactobacillus casei*.

Cómo se puede observar en la figura 3, la densidad de los micro encapsulados tiene una media de 0,66 g/ml. que es relativamente baja, debido a que el peso molecular del material encapsulante (Maltodextrina) es relativamente bajo y como lo indica (22) a mayor proporción de maltodextrina la densidad disminuirá.

### 3.3. Presencia de *Lactobacillus Casei* (BAL)

La utilización de 50 mg de *Lactobacillus casei* con 40 mg de Inulina y de 150 mg de *Lactobacillus casei* con 80 mg de Inulina permitieron registrar 14,09 y 14,62 UFC/g de *Lactobacillus casei* respectivamente, valores que difieren significativamente ( $P < 0,01$ ) del resto de tratamientos, principalmente de los tratamientos con 50 mg de *Lactobacillus casei* y 80 mg de Inulina al igual que 150 mg de *Lactobacillus casei* con 40 mg de Inulina, las cuales registraron 12,78 y 12,76 UFC/g de *Lactobacillus casei* respectivamente, como se puede expresar en la figura 4. Estos valores se deben a que los fructanos de tipo inulina cuando no son ramificados, se dividen en disacáridos o monosacáridos y son degradados extracelularmente, mientras los mixtos como la inulina de agave, son absorbidos intracelularmente, y sólo las bacterias probióticas podrán usarlos (23,24,25).

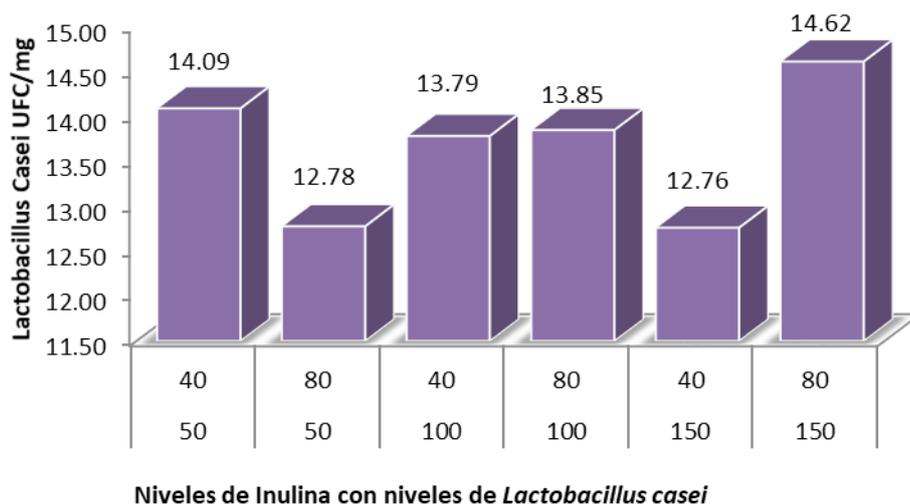


Fig. 4. El recuento microbiano de la cantidad de bacterias ácido lácticas presentes en el simbiótico en los diferentes encapsulados combinados con diferentes niveles de inulina y *Lactobacillus casei*

Normas Ecuatorianas no indican que el alimento debe contener un número mayor o igual de bacterias viables de origen probiótico a  $1 \times 10^6$  UFC/g en el producto terminado hasta el final de la vida útil (26). Hallándose  $2.15E+06$ ,  $2.00E+06$ ,  $1.51E+06$  y  $2.99E+06$  en las combinaciones 50 mg *Lactobacillus casei* con 40 mg Inulina, 100 *Lactobacillus casei* con 40 mg Inulina, 100 mg *Lactobacillus casei* con 80 mg Inulina y 150 mg *Lactobacillus casei* con 80 Inulina, respectivamente, por lo que el resultado de investigación se la puede considerar un alimento probiótico, ya que cumple la norma, y se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Recuento de bacterias ácido lácticas (BAL) de cada uno de las combinaciones de los simbióticos encapsulados.

<i>Lactobacillus casei</i> , mg	Inulina, mg	BAL, UFC/g
50	40	$2.15E+06$
50	80	$6.56E+05$
100	40	$2.00E+06$
100	80	$1.51E+06$
150	40	$9.49E+05$
150	80	$2.99E+06$

### 3.4. Viabilidad

Para determinar la viabilidad del *Lactobacillus casei* en la micro encapsulación se partió de un recuento inicial de 107 UFC/ml o 16.11 log UFC/ml, para posteriormente del proceso de atomización obtener 11.79 log UFC/ml, 10.48 log UFC/ml 11.48 log UFC/ml 11.55 log UFC/ml 10.46 log UFC/ml y 12.31 log UFC/ml en las encapsulados con las siguientes combinaciones: 50 mg *Lactobacillus casei* con 40 mg Inulina, 50 mg *Lactobacillus casei* con 80 mg Inulina, 100 mg *Lactobacillus casei* con 40 mg Inulina, 100 mg *Lactobacillus casei* con 80 mg Inulina, 150 mg *Lactobacillus casei* con 40 mg Inulina y 150 mg *Lactobacillus casei* con 80 mg Inulina, respectivamente, como se indica en la figura 5. Resultados coincidentes con los reportados por algunos autores que muestran que la co-encapsulación de probióticos con prebióticos incrementando la viabilidad del Microorganismo (27,28).

La viabilidad de la presente investigación es de 70.42%, debido a que, al agregar una concentración alta de maltodextrina (1:3) esta actúa como termo protector para los microorganismos, como lo indican ciertas investigaciones que ratifican que los prebióticos en combinación con el material pared, podrían actuar como agentes termo-protectores (28,29) teniendo en cuenta que en el proceso de secado por atomización los microorganismos sufren un alza de temperatura drásticamente de 100 °C, la cual se encuentra fuera del rango óptimo en el desarrollo de las bacterias *Lactobacillus casei*. El secado por aspersión es considerado un método adecuado para la estabilización de probióticos, pero las altas temperaturas aplicadas sugieren el uso de sustancias termo-protectoras para mantener la viabilidad (30).

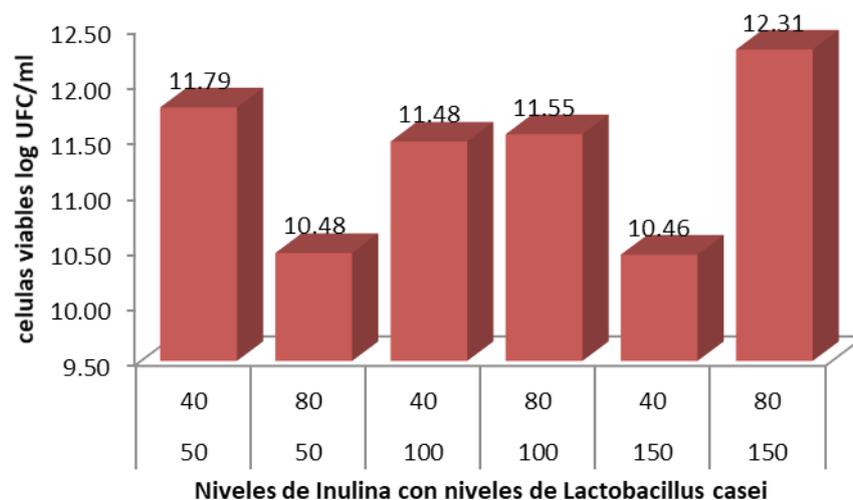


Fig. 5. Viabilidad en los encapsulados combinados con diferentes niveles de inulina y *Lactobacillus casei*

#### 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

El método Spray Drying es útil para los procesos de encapsulación de distintas matrices alimentarias, siendo una de ellas simbióticos, brindando de esta manera un diferente método de transferencia de materia.

La cantidad presente de BAL en los micro encapsulados dan cuenta que son métodos efectivos para la supervivencia de los microorganismos, brindando condiciones físicas y químicas óptimas de conservación, sin que exista algún descenso en la flora que se necesite para futuros procesos.

Las propiedades resultantes del presente proceso de encapsulación nos demuestran que pueden dar como resultado, diferentes características de calidad en cuanto a variables como la densidad y forma de las partículas.

La automatización de los procesos de encapsulación, facilitan que las matrices alimentarias tengan un control para procesos preventivos de contaminación como para los de desnaturalización.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

Realizar el estudio respectivo para determinar el tiempo exacto de sinergismo en el estudio (0, 24 y 48) horas entre *el Lactobacillus casei* y la Inulina en cada uno de micro encapsulados.

Proceder con análisis de la vida útil, las técnicas de empaque y las condiciones de almacenamiento del producto.

Para la continuidad de esta investigación se recomienda realizar pruebas físico-químicas una de ellas es importante es la micrografía eléctrica de barrido (E-SEM) de los polvos encapsulados obtenidos, actividad de agua de los polvos y la humedad, rendimiento de producción, eficacia de la encapsulación, contenido en material activo y estudio de liberación del material activo.

Aplicación del micro encapsulado en distintas matrices alimentarias para obtener un alimento funcional.

### **Bibliografía**

1. FAO/OMS [Página principal en Internet], New York: FAO/OMS; 2006 [actualizada en enero de 2018; acceso enero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0512s.pdf>
2. Araujo et al., 2015. Técnicas para la micro encapsulación de probióticos y el impacto en su funcionalidad: una revisión. Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol 23. No 36. Revista Alimentos Hoy. Colombia. pp 112-114-126.
3. Luján, M. Bacteriofagos de lactobacillus casei/paracasei. caracterización y estudio de la fagoresistencia [Internet]. Primera Edición. Guayas Guayaqui: Universidad Nacional del Litoral; octubre 2015. [Citado 14 de enero 2018]. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/128/tesis1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
4. Agirre, M. Probióticos, prebióticos y simbióticos. El farmacéutico. [Internet]. 2016. [citado 20 de diciembre 2017]; 1: 10-11. Disponible: <http://elfarmacutico.es/index.php/cursos/item/7600-probioticos-prebioticos-y-simbioticos#.Wm8En2nOXMx>
5. NTE INEN 1334-3:2011. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2015 [actualizada en abril de 2016; acceso febrero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/07/ec.nte\\_.1334.3.2011.pdf](http://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.3.2011.pdf)
6. Foo et al. Estudio de probióticos. [Internet]. 1993 [citado 02 enero 2018]; 3: 14-18. Disponible en: <https://www.caister.com/backlist/horizonscientificpress/lab.html>
7. Guevara y Bretón. Materiales utilizados en la encapsulación. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. [Internet]. (2016) [citado 05 febrero 2018]; 1: 20-21. Disponible en: <http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-1/TSIA-2%281%29-Guevara-Breton-et-al-2008b.pdf>
8. Lara Laura. 2011. Inulina: Polisacárido con interesantes beneficios a la salud humana y con aplicación en la industria farmacéutica, Ciencias de la Nutrición en la Universidad de las Américas Puebla. Vol 1. No. 15 INFARMATE. México. Pp 48-56.
9. Chaito, C., Judprasong, K., & Puwastien, P. Contenido de inulina de productos alimenticios fortificados [Internet]. 2014 [citado 28 enero 2018]; 2: 084-10. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614017142>

10. Lilleberg L, Suihko, M.. Flavour profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures. 2001 *Claridades Agropecuarias*. *Meat Science* 58: 111-116
11. Rubio-Moreno R. Productos cárnicos fermentado-curados funcionales y seguros. Nueva vía de ingestión de probióticos. [tesis doctoral]. Gerona: Universitat de Girona; 2014. Girona: Universiti Girona; 2015
12. Geisen, et al. Ingredients in meat products. En: Rodrigo T, editores. *Properties, Functionality and Applications*. Vol 1. 2ª ed. Wisconsin: Springer; 2010. p. 203-245.
13. Yanez-Tisalema, GD. Uso de distintos sustratos para el desarrollo de la biomasa bacteriana. 2016. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
14. ISO 4833-1:2014 [Página principal en Internet], Panama: ISO; 2014 [actualizada en abril de 2016; acceso febrero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0052559>
15. Montes M. 2013. Efecto de la micro encapsulación con agentes prebióticos sobre la viabilidad de microorganismos probioticos (*Lactobacillus casei* ATCC 393 y *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 9469) [Internet]. 2017 [citado 11 de febrero 2018]; Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9473/1/01107466.2013.pdf>
16. NTE INEN 526 1980-12, 2012, [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2012 [actualizada en abril de 2016; acceso febrero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/228282024/NTE-INEN-526-2012ph-de-Harina>
17. NTE INEN 856:2011, [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2012 [actualizada en abril de 2016; acceso febrero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0856.2010/page/n1>
18. Ortiz, A.; Reuto, J.; Fajardo, E.; Sarmiento, S.; Aguirre, A.; Arbeláez, G.; Gómez, D.; Quevedo, H.B. (2008). Evaluación de la capacidad probiótica “in vitro” de una cepa nativa de *Saccharomyces cerevisiae*. *Claridad Agropecuaria BAL* 10: 15-16
19. López et al., 2009. Establecimiento de condiciones de la mezcla de pulpa de banano (*musa paradisiaca* l.) para someter a secado por aspersión [Internet]. 2017 [citado 26 de diciembre 2018]; 1: 10-20. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n3/v16n3a02.pdf>
20. Bolivar, F y Lopez, A. 1994. Producción de ácido láctico a partir de vinazas de destilería. [Tesis de posgrado]. Santiago de Cali: UCC; 2016
21. Sánchez Reinoso Zain 2016, Evaluación de propiedades fisicoquímicas, morfológicas y sensoriales de micro encapsulados de cacao obtenidos por spray drying, [Tesis de posgrado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2016
22. Caparino, O., J. Tang, C. y J. Fellman (2012), Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine Carabao var.) powder. *Journal of Food Engineering* 111: 135–148
23. Mueller M, Reiner J, Fleischhacker L, Viernstein H, Loeppert R, Praznik W. Growth of selected probiotic strains with fructans from different sources relating to degree of polymerization and structure. *J Funct Foods* 2016; 24:264–275.
24. Takagi R, Tsujikawa Y, Nomoto R, Osawa R. Comparison of the growth of *Lactobacillus delbrueckii*, *L. paracasei* and *L. plantarum* on inulin in co-culture systems. *Biosci Microb Food Health* 2013;33(4):139–146.
25. Tsujikawa Y, Nomoto R, Osawa R. Difference in Degradation Patterns on Inulin-type Fructans among Strains of *Lactobacillus delbrueckii* and *Lactobacillus paracasei*. *Biosci Microb Food Health* 2013;32(4):157–165.

26. NTE INEN 1334-3:2011. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2011 [actualizada en abril de 2016; acceso febrero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/07/ec.nte\\_.1334.3.2011.pdf](http://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.3.2011.pdf)
27. Semyonov D, Ramon O, Kaplun Z, Levin-Brener L, Gurevich N, Shimoni E. Microencapsulation of *Lactobacillus paracasei* by spray freeze drying. *Food Res Int.* 2010; 43: 193- 202.
28. Iyer C, Kailasapathy K. Effect of Co-encapsulation of probiotics with prebiotics on increasing the viability of encapsulated bacteria under in vitro acidic and bile salt conditions and in yogurt. *J of Food Sci.* 2005; 70 (1): 18-23.
29. Capela P, Hay TKC, Shah NP. Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yoghurt and freeze-dried yoghurt. *Food Res Int.* 2006 Mar; 39: 203–211.
30. Peighambardoust SH, Golshan AT, Hesari J. Application of spray drying for preservation of lactic acid starter cultures: a review. *Trends in Food Sci Tech.* 2011 Feb 15; 22 (5): 215-224.

# *Desarrollo de biomateriales mediante el proceso de impregnación supercrítica utilizando nanopartículas de sílice para potencial uso en envasado de alimentos*

*(Development of biomaterials through the process of supercritical impregnation using silica nanoparticles for potential use in food packaging)*

J. Sepulveda<sup>(1,2)</sup>, A. Torres<sup>(1,2)\*</sup>, F. Rodriguez<sup>(1,2)</sup>, M. Galotto<sup>(1,2)</sup>

(1) Laboratorio de Envases (LABEN), Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile.

(2) CEDENNA, Centro para el desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología, Chile.

\*Correspondencia: : Telefono: +56(2)27184510, Email: Alejandra.torresm@usach.cl (A. Torres)

## **RESUMEN**

En los últimos años, en el área de envases para alimentos se ha producido un marcado incremento en el uso de materiales biodegradables, debido a la gran contaminación por acumulación de materiales plásticos derivados del petróleo. Entre los biopolímeros más estudiados se encuentra el ácido poliláctico, poliéster termoplástico biodegradable, de aplicaciones limitadas por sus pobres propiedades barreras, las cuales pueden ser modificadas mediante la incorporación de nanopartículas que actúan como nanorefuerzo en la matriz polimérica, restringiendo el paso de moléculas tales como oxígeno y vapor de agua. Tal es el caso de las nanopartículas de sílice las cuales han presentado buenos resultados disminuyendo la permeabilidad, y mejorando otras propiedades, entre ellas, la estabilidad térmica. Otra estrategia para mejorar las propiedades del polímero es la tecnología de envases activos, mediante el desarrollo de materiales con capacidad antimicrobiana, con el objetivo de alargar la vida útil de los alimentos. El objetivo principal de este trabajo fue estudiar el efecto de la incorporación de nanopartículas de sílice funcionalizadas y cinamaldehído como compuesto activo en bionanocompositos con el objetivo de evaluar su desempeño como envase activo de alimentos. Las nanopartículas de sílice sintetizadas fueron

caracterizadas en cuanto a propiedades térmico-mecánicas, estructurales y barreras. Se obtuvo como resultado una disminución de 44% en la permeabilidad al oxígeno con respecto al material sin nanopartículas, verificándose además el efecto plastificante del cinamaldehído.

**Palabras clave:** Nanotecnología, Envases Activos, Biomateriales, Impregnación Supercrítica.

## **ABSTRACT**

In recent years, in the area of food packaging there has been a marked increase in the use of biodegradable materials, due to the large pollution due to the accumulation of plastic materials derived from petroleum. Among the most studied biopolymers is polylactic acid, biodegradable thermoplastic polyester, but limited applications due to its poor barrier properties, which can be modified by the incorporation of nanoparticles that act as nanoreinforcement in the polymeric matrix, restricting the passage of molecules such as oxygen and water vapor. Such is the case of silica nanoparticles which have shown good results by decreasing permeability, and improving other properties, including thermal stability. Another strategy to improve the properties of the polymer is the technology of active packaging, through the development

of materials with antimicrobial capacity, with the aim of extending the shelf life of food. The main objective of this work was to study the effect of the incorporation of functionalized silica nanoparticles and cinnamaldehyde as an active compound in bionanocomposites in order to evaluate its performance as an active food container. The synthesized silica nanoparticles were characterized in terms of thermo-mechanical,

structural and barrier properties. As a result, a decrease of 44% in oxygen permeability with respect to the material without nanoparticles, and the plasticizing effect of cinnamaldehyde was also verified.

**Keywords:** *Nanotechnology, Active Packaging, Biomaterials, Supercritical Impregnation.*

## 1. Introducción

Los nuevos hábitos de consumo, la búsqueda de satisfacer distintas necesidades, y el ser portador de una imagen diferenciadora, son algunos de los factores que han influido en el crecimiento de la producción y consumo de materiales para envases destinados a alimentos. Los envases tienen como función no solo el contener, sino también proteger, mantener la calidad y seguridad del alimento en el tiempo. El material más utilizado en la elaboración de envases para alimentos lo constituyen los polímeros, también conocidos como plásticos (1) dadas sus características como transparencia, flexibilidad y ligereza, sumado a costos relativamente bajos (2). Sin embargo, su uso conlleva graves problemas medioambientales, al ser derivados del petróleo y permanecer en el ambiente por largos períodos de tiempo luego de concluir su vida útil (3, 4).

La constante búsqueda de un desarrollo sustentable y viable económicamente, ha llevado a la investigación de nuevos materiales para su uso en envases, con la expectativa de disminuir los grandes volúmenes producidos actualmente que terminan dañando el ambiente por años luego de su uso. Debido a estos motivos es que los polímeros biodegradables o bioplásticos se han posicionado como una atractiva alternativa a los polímeros convencionales, gracias a sus propiedades físicas similares y capacidad de degradarse en corto tiempo. El ácido poliláctico (PLA) es uno de los biopolímeros más estudiados y utilizados en la actualidad, destacando entre sus propiedades una alta resistencia, buena procesabilidad y el ser totalmente biodegradable, biocompatible y compostable (5), además de tener su origen en recursos renovables. Sin embargo, también presenta desventajas que limitan su uso como lo son su rigidez, fragilidad y especialmente sus pobres propiedades barreras (6) principalmente al oxígeno clave para la conservación de los alimentos de manera segura manteniendo su calidad.

De esta creciente necesidad por buscar alternativas a los plásticos convencionales y las limitaciones actuales, es que se han originado estudios que buscan mejorar las propiedades del PLA para de esta forma ampliar sus posibilidades de aplicación industrial. Dos estrategias que, en los últimos años, se han utilizado para este propósito corresponden al uso de la nanotecnología y la tecnología de envases activos.

En el caso de los envases activos, una de las formas de utilizarlos es incorporar agentes activos con capacidad antioxidante o antimicrobiana en los materiales de envase a fin de alargar la vida útil de los alimentos. Estos tienen como objetivo el intervenir en las distintas interacciones, como permeabilidad, sorción y migración, originadas por la transferencia de masa entre el entorno, el envase y el alimento. La incorporación de agentes activos en una matriz polimérica puede llevarse a cabo mediante distintas técnicas como extrusión, recubrimiento, casting e impregnación supercrítica (7,8).

En cuanto al uso de la nanotecnología, la mezcla multifásica de materiales poliméricos con especies de tamaño nanométrico produce compuestos conocidos como nanocompositos (o bionanocompositos, si incorporan un polímero biodegradable) los cuales desarrollan propiedades mejoradas respecto a las del polímero original con la necesidad de bajas cargas de relleno. Esto es especialmente útil en el envasado de alimentos permitiendo incrementar las propiedades barreras de los materiales mediante la incorporación, por ejemplo, de nanopartículas, que actúan como refuerzo en la matriz polimérica dificultando el paso de gases como el oxígeno que pueden alterar la calidad y seguridad de los alimentos, extendiendo así su vida útil (9, 10).

Este trabajo propone el desarrollo de bionanocompositos, al incorporar nanopartículas a la matriz polimérica del PLA, mediante el proceso de extrusión, que permitan el impedimento del paso de moléculas como el oxígeno y vapor de agua a través de la matriz polimérica, formando un camino tortuoso con el fin de mejorar las propiedades barreras de este material. Se utilizarán nanopartículas de sílice, siendo la compatibilidad y adhesión con el PLA su principal limitación, ya que tienden a deteriorar las propiedades de este biopolímero al agregarse de manera directa, por lo cual se trabajará con nanopartículas de SiO<sub>2</sub> modificadas desarrolladas mediante técnica sol-gel.

Por otro lado, se incorporará a los bionanocompositos desarrollados el compuesto activo cinamaldehído mediante el proceso de impregnación con CO<sub>2</sub> supercrítico con el objetivo de desarrollar un material activo con probada capacidad antimicrobiana (4, 11).

A partir de los antecedentes anteriores, el objetivo de este trabajo es estudiar la incorporación de nanopartículas de sílice a la matriz polimérica mediante extrusión, con posterior incorporación de cinamaldehído por impregnación con CO<sub>2</sub> supercrítico a condiciones establecidas (4). Se analizarán las propiedades térmicas, estructurales y barrera al oxígeno de los bionanocompositos desarrollados.

## **2. Materiales y Métodos**

### *2.1. Reactivos y materiales*

Ácido poliláctico (PLA) (peso específico ¼ 1.24; MFR g/10 min (210 ° C, 2.16 kg)) se adquirió de Natureworks® Co. (Minnetonka, EE. UU.). El ortosilicato de tetraetilo (≥ 99.0%, GC) (TEOS) y el cinamaldehído (≥99.5%) se compraron a Aldrich® Chemistry (St. Luis, MO, EUA). El ácido láctico (L (+)- 90% en H<sub>2</sub>O) se obtuvo de Fluka® Chemie AG (Buchs, Suiza). Winkler (Santiago, Chile) proporcionó etanol de grado analítico. Merk (Darmstadt, Alemania) suministró hidróxido de amonio (NH<sub>3</sub> al 25% en H<sub>2</sub>O) (NH<sub>4</sub>OH) y grado de HPLC de metanol, etanol y acetonitrilo. El dióxido de carbono fue suministrado por Linde (Santiago, Chile).

### *2.2. Síntesis de nanopartículas de sílice*

Las nanopartículas de SiO<sub>2</sub> se sintetizaron a través del proceso sol-gel, basado en el método de Stöber, combinado con el tratamiento de funcionalización de la superficie en solución en condiciones estándar, según la literatura (12,13). El material de partida ortosilicato de tetraetilose diluyó en etanol, grado analítico y se hidrolizó con una solución acuosa de amoníaco. Las muestras se mantuvieron en un agitador mecánico a temperatura ambiente durante la noche para formar sistemas coloidales homogéneos. Las nanopartículas se recuperaron por centrifugación a 10k rpm usando una centrífuga refrigerada de alta velocidad Hitachi CR 22N,

se secaron a aproximadamente 80 °C durante 1 día en un horno de aire y luego se liofilizaron. Posteriormente, se produce un proceso de policondensación lento con incremento de tamaño de partículas o gelificación. La funcionalización de la superficie se llevó a cabo mediante la unión por condensación del ácido láctico sobre la superficie de la partícula de hidroxilato utilizando procedimientos previamente establecidos (13, 14). Para incorporar estas nanopartículas a las películas, se realizó un método de extrusión, siguiendo el procedimiento a continuación.

### 2.3. *Preparación de películas de PLA y bionanocompositos activos*

#### 2.3.1. *Extrusión de películas de PLA y bionanocompositos*

El polvo de PLA y la sílice se secaron a 70 °C durante 24 h, luego se obtuvieron los bionocompuestos a una concentración del 1% (p/p) y las películas de PLA mediante el proceso de extrusión en un extrusora de doble tornillo (Scientific Labtech LTE20, Samutprakarn, Tailandia) ubicada en el Laboratorio de Envases de la Universidad de Santiago de Chile. El perfil de temperatura utilizado fue de 195 a 205 ° C con una temperatura de matriz de 205 ° C. La velocidad del tornillo y la alimentación se fijaron a 30 rpm, y las películas se recolectaron en un accesorio de rodillo de enfriamiento (Scientific Labtech LBCR-150, Samutprakarn, Tailandia) a 3,0 rpm.

#### 2.3.2. *Impregnación supercrítica de cinamaldehído en películas de PLA y nanocompositos*

Posteriormente al proceso de extrusión se procedió a la incorporación del compuesto activo cinamaldehído en los films de PLA con y sin nanopartículas de sílice, utilizando el equipo descrito en (1).

Este proceso se llevó a cabo en una celda de alta presión de 100 ml. Se colocó cinamaldehído (1,0 ml) en el fondo de la celda en un recipiente de vidrio. El CO<sub>2</sub> se cargó en el sistema por medio de una bomba de jeringa ISCO 500D operada a una tasa de presión constante durante los ciclos de impregnación. Los experimentos se llevaron a cabo en condiciones previamente establecidas a una presión de 12 MPa y una tasa de despresurización de 1 MPa min<sup>-1</sup>, a una temperatura constante de 40 ° C durante 3 h.

### 2.4. *Caracterización de películas de PLA impregnadas activas*

#### 2.4.1. *Cuantificación del cinamaldehído en los nanocompuestos activos obtenidos*

Se determinó la concentración efectiva de Ci en las películas después de cada proceso de impregnación supercrítica. El análisis se realizó utilizando un método de disolución y precipitación del polímero (15), seguido de una detección y cuantificación del compuesto activo mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). La curva de calibración se construyó para el área frente a la concentración de cinamaldehído de las soluciones estándar de 6 a 340 mg kg<sup>-1</sup> (ppm), con tres muestras para cada concentración de cinamaldehído. Todos los resultados se expresaron como qCi (mg Ci / g de película) y como % Ci con respecto al peso del polímero.

#### 2.4.2. *Microscopía electronica de transmission (TEM)*

Todas las muestras coloidales de nanopartículas se caracterizaron por TEM utilizando un microscopio Hitachi HT 7700 con un filamento termiónico LaB6 y un sistema EXALENS.

Las distribuciones de tamaño de partícula se calcularon en base a una muestra de al menos 100 nanopartículas. Las películas de SiO<sub>2</sub>-PLA obtenidas también se caracterizaron por TEM, para verificar la distribución espacial de las nanopartículas en la matriz de polímero. Las muestras se fijaron en resina epoxi y se seccionaron en secciones ultrafinas (<100 nm) utilizando el microtomo Leica Ultracut R, se apoyaron en la rejilla TEM y se observaron en una configuración optimizada de alto contraste.

#### 2.4.3. Espectroscopía Infrarroja de Transformadas de Fourier (FTIR)

Los espectros FTIR de las películas desarrolladas se registraron utilizando un espectrómetro Bruker Alpha (Wismar, Alemania) equipado con un accesorio de cristal de diamante de reflexión total atenuado (Bruker, Platinum). Los espectros se obtuvieron con una resolución de 4 cm<sup>-1</sup> en un rango de onda de 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>. El análisis de espectros se realizó utilizando la versión 7 del software OPUS.

#### 2.4.4. Propiedades térmicas: Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC)

Las propiedades térmicas de los materiales se analizaron utilizando un equipo Mettler Toledo DSC-822e (Schwerzenbach, Suiza) para analizar los efectos de las nanopartículas de sílice y la incorporación de cinamaldehído en las propiedades térmicas de la matriz de PLA. Las muestras se calentaron de 0 °C a 300 °C a una velocidad de 10 °C min<sup>-1</sup>. El peso de la muestra fue de aproximadamente 7-8 mg. Las temperaturas de transición vítrea (T<sub>g</sub>), cristalización en frío (T<sub>cc</sub>) y fusión (T<sub>m</sub>), así como las entalpías de cristalización en frío (H<sub>cc</sub>) y fusión (ΔH<sub>m</sub>) se obtuvieron del segundo proceso de calentamiento.

#### 2.4.5. Permeabilidad al oxígeno

La permeabilidad al oxígeno de cada película estudiada se determinó en un Mocon Ox-TRANR 2/20 (Modern Controls Inc., Minneapolis, Minn.) De acuerdo con la norma ASTM D 3985-81. El analizador estaba equipado con un sensor de oxígeno coulométrico y la sensibilidad utilizada fue de 0,1 [cc / (m<sup>2</sup>díaatm)]. Las mediciones se llevaron a cabo a 23 °C y 0% de HR hasta que se logró una tasa de transmisión de oxígeno en estado estable y los valores de salida se expresaron como la tasa de transmisión de oxígeno en [cc / (m<sup>2</sup>dayatm)] usando un software de computadora DOS.

#### 2.4.6. Análisis estadístico

Se consideró un diseño experimental aleatorizado para los experimentos. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando Statgraphics Plus 5.1. Este software se utilizó para implementar el análisis de varianza y la prueba de LSD de Fisher. Las diferencias se consideraron significativas a p <0,05.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Incorporación de Cinamaldehído en biomaterials mediante impregnación con CO<sub>2</sub> supercrítico

Los porcentajes de incorporación del compuesto activo en las películas de PLA y bionanocomposito PLA/sílice se encuentran entre un 7,6 ± 0.19% y un 11.2 ± 0.07%, no

existiendo diferencias entre los distintos materiales, lo que indica que la cantidad de nanorefuerzo utilizado no afecta la cantidad de cinamaldehído incorporado al polímero.

### 3.2. Microscopia Electrónica de Transmisión (TEM)

La Fig. 1 muestra imágenes TEM de nanopartículas obtenidas por el método sol-gel, donde NP se refiere a nanopartículas de sílice no funcionalizadas, y nanopartículas de NP-LA a  $\text{SiO}_2$  funcionalizadas superficialmente con ácido láctico. En ambas imágenes, se puede observar la morfología y distribución de las partículas. Se puede ver que la forma de estas nanopartículas es irregular pero generalmente esférica, como se ha observado para otros autores que utilizan el método de síntesis relacionado. La Fig. 1. (a) muestra la NP dispersa, formando aglomerados de tamaño micrométrico, que tienen una mayor energía superficial, mientras que la Fig. 1. (b) muestra una clara mejora de la dispersión con la adición de ácido láctico a las nanopartículas superficiales de sílice.

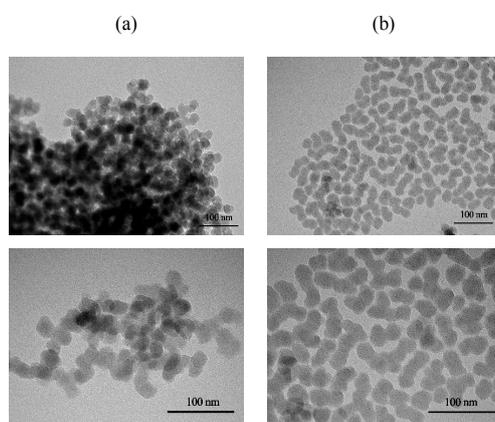


Fig. 1. TEM micrografías de nanopartículas de sílice of silica (a) NP, (b) NP-LA.

### 3.3. Espectroscopía Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR)

En la figura 2 se presentan los espectros tanto de los films sin impregnar, como los impregnados con cinamaldehído. Para todos los espectros moleculares se observan los peaks característicos del PLA sin aditivos, los cuales se encuentran identificados en la figura (16). Respecto a la incorporación de nanopartículas en la matriz del PLA, no es posible distinguir diferencias respecto al espectro de PLA virgen, los principales peaks observados en los tres tipos de nanopartículas coinciden con las bandas presentadas por el ácido poliláctico, este efecto ha sido reportado previamente por otros autores (17, 18). En cuanto a la incorporación de Ci, es posible observar la aparición de dos nuevas bandas en  $1678\text{ cm}^{-1}$  y  $1629\text{ cm}^{-1}$ , las que se asocian a las vibraciones del anillo aromático y grupo aldehído de la estructura del cinamaldehído [4, 19], lo que corrobora la incorporación exitosa de cinamaldehído en los biomateriales desarrollados.

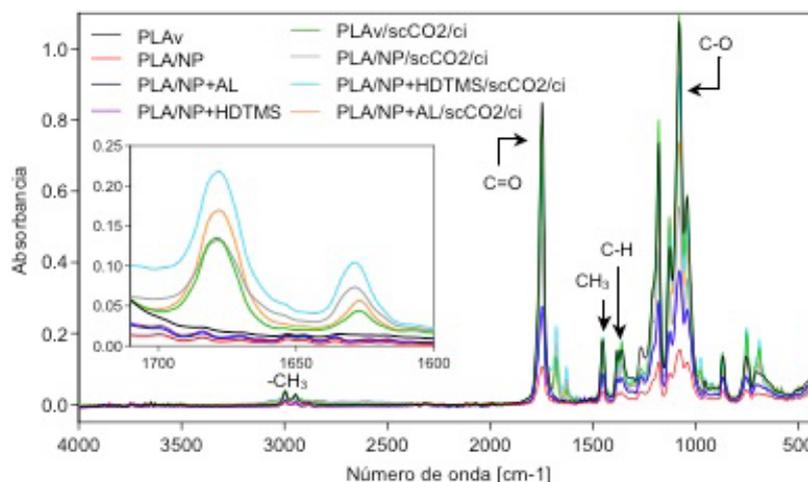


Fig. 2. FTIR de films de PLA y de bionanocompositos, con y sin impregnación de cinamaldehído.

### 3.4. Propiedades Térmicas: Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC)

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos al estudiar las propiedades térmicas de los biomateriales desarrollados. Se observa que la temperatura de transición vítrea,  $T_g$ , se ve afectada por el proceso de impregnación con  $scCO_2$ , fenómeno que se ve acentuado por el cinamaldehído, donde ambos componentes colaboran a generar un efecto plastificante en los films, que incrementa la movilidad de las cadenas poliméricas, mejorando la flexibilidad y ductilidad de los films (4,19, 20). Además se un pequeño aumento en los porcentajes de cristalinidad de los films impregnados en comparación a los sin impregnar, este fenómeno podría implicar que la presencia de cinamaldehído potencia el poder de agente nucleante reportado para las nanopartículas de sílice, generando un aumento en la cantidad de cristales formados. Respecto a la temperatura de fusión no se observan cambios estadísticamente significativos en comparación a la  $T_m$  del PLA sin aditivos.

Tabla 1. Propiedades térmicas de los biomateriales desarrollados.

Film	$T_g$ (°C)	$T_m$ (°C)	$\Delta H_m$ (J·g <sup>-1</sup> )	Xc (%)
PLA	47,75 ± 0,37 <sup>b</sup>	142,74 ± 0,14 <sup>b</sup>	33,17 ± 3,1 <sup>d</sup>	5,41 ± 0,28 <sup>a,b</sup>
PLA/NP	54,08 ± 1,71 <sup>c</sup>	144,62 ± 0,74 <sup>b</sup>	15,8 ± 0,37 <sup>b</sup>	0,73 ± 0,02 <sup>a</sup>
PLA/NP-AL	40,89 ± 0,81 <sup>b</sup>	141,42 ± 1,03 <sup>b</sup>	30,96 ± 0,78 <sup>d</sup>	3,25 ± 0,92 <sup>a,b</sup>
PLA/NP/Ci	24,45 ± 7,3 <sup>a</sup>	129,59 ± 5,85 <sup>a</sup>	18,3 ± 0,23 <sup>b</sup>	5,84 ± 0,45 <sup>a,b</sup>
PLA/NP-AL/Ci	20,21 ± 0,69 <sup>a</sup>	125,29 ± 1,94 <sup>a</sup>	13,24 ± 10,65 <sup>a</sup>	5,52 ± 0,32 <sup>a,b</sup>

### 3.5. Permeabilidad al oxígeno

Las propiedades barreras son de gran importancia en el desarrollo de envases para alimentos debido y debido a esto en este trabajo se estudio la permeabilidad al oxígeno de los materiales desarrollados. En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos, donde se puede observar que el mayor resultado se obtuvo para los materiales a los que se le incorporo las

nanopartículas funcionalizadas con ácido láctico, el monómero del polímero utilizado. En este caso, se obtuvo una reducción del 44 % de la permeabilidad al oxígeno, en comparación con los films sin nanopartículas incorporadas.

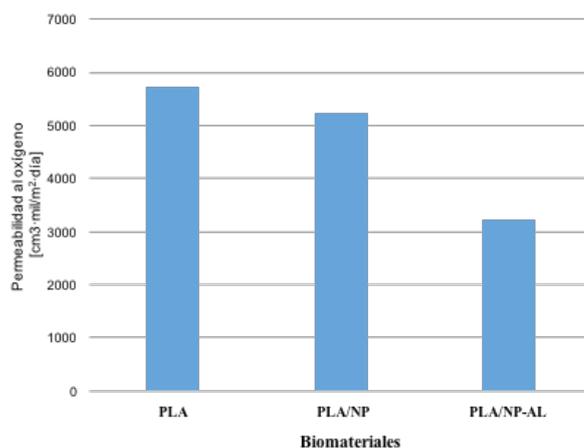


Fig. 3. Permeabilidad al oxígeno de los films PLA y bionanocompositos PLA/sílice.

#### 4. Conclusiones

Se realizó una síntesis exitosa de nanopartículas de sílice mediante método de Stöber, las cuales presentaron una buena uniformidad de tamaño. En cuanto a su dispersión, fue posible mejorar este aspecto gracias a la funcionalización de su superficie. Se logró la obtención de bionanocompositos de PLA/SiO<sub>2</sub> mediante el proceso de extrusión, con un porcentaje de nanopartículas de SiO<sub>2</sub> de un 1% p/p, mientras que se llevó a cabo con éxito la incorporación del compuesto activo cinamaldehído en los bionanocompositos a través del proceso de impregnación supercrítica permitiendo porcentajes de incorporación de cinamaldehído entre 7,6 y 11,92 %, sin exhibir diferencias significativas por la presencia de las nanopartículas. En lo que respecta a las propiedades barreras, se presentó una disminución del 44% en la permeabilidad al oxígeno, para los materiales de PLA con nanopartículas de sílice funcionalizadas con ácido láctico como compatibilizante. Estos resultados permiten demostrar que los materiales desarrollados presentaron mejores propiedades con respecto a la matriz polimérica inicial que no presenta aditivos, considerandolos como un potencial desarrollo para envases de alimentos.

#### Conflictos de Interés

No hay conflictos de interés

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del Proyecto Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia (CEDENNA- Número FB0807), Proyecto CORFO PTEC-66644 “Plataforma de Innovación en Envases y Embalajes para alimentos Co-inventa” y el Programa de Inserción de Capital Humano Avanzado (Número 79150059).

## **Bibliografía**

1. Torres A., Ilabaca E., Rojas A., Rodríguez F., Galotto M.J., Guarda A., Villegas C., Romero J. (2017). Effect of processing conditions on the physical, chemical and transport properties of polylactic acid films containing thymol incorporated by supercritical impregnation. *Eur. Pol. J.* 89, 195-210.
2. Peltzer M., Wagner J., & Jimenez A. (2009). Migration study of carvacrol as natural antioxidant in high-density polyethylene for active packaging. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 6, 938-946.
3. Geyer R., Jambeck J., & Lavender K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), 1-5.
4. Villegas C., Torres A., Rios M., Rojas A., Romero J. López de Dicastillo C., Valenzuela X., Galotto M.J., Guarda A. (2017). Supercritical impregnation of cinnamaldehyde into polylactic acid as a route to develop antibacterial food packaging materials. *Food Research International* 99: 650-659.
5. Inkenen, S., Hakkarainen, M., Albertsson, A., & Södergard, A. (2011). From Lactic Acid to Poly(lactic acid) (PLA): Characterization and Analysis of PLA and its precursors. *Biomacromolecules*, 12(3), 523-532.
6. Rhim, J., Hong, S., Park, H., & Ng, P. (2006). Preparation and Characterization of Chitosan Based Nanocomposite Films with Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(16), 5814-5822.
7. Grumezescu, A. M., & Holban, A. M. (2018). *Handbook of Food Bioengineering: Food Packaging and Preservation (Vol. 9)*. Londres: Academic Press of Elsevier.
8. Yang, J. S. (2012). Synthesis of silica particles grafted with poly(ionic liquid) and their nucleation effect on microcellular foaming of polystyrene using supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, 62, 197-203.
9. Shiv, S., & Whan, J. (2017). *Polymer Nanocomposites for Food Packaging*. En *Functional and Physical Properties of Polymer Nanocomposites*. Mokpo National University, Korea.
10. Hajar, S. (2014). Bio-nanocomposite Materials for Food Packaging Applications: Types of Biopolymer and Nano-sized Filler. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 296-303.
11. Rhim, J., Park, H., & Ha, C. (2013). Bio-nanocomposites for food packaging applications. *Progress in Polymer Science*, 38(10-11), 1629-1652.
12. Qi, D., Lin, C., Zhao, H., Liu, H., & Lü, T. (2017). Size regulation and prediction of the SiO<sub>2</sub> nanoparticles prepared via Stöber process. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 30(1), 70-74. doi:10.1080/01932691.2016.1143373.
13. Yan, S., Yin, J., Yang, Y., Dai, Z., Ma, J., & Chen, X. (2007). Surface-grafted silica linked with L-lactic acid oligomer: A novel nanofiller to improve the performance of biodegradable poly(L-lactide). *Polymer*, 48, 1688-1694. doi:10.1016/j.polymer.2007.01.037
14. Huang X., Fang X., Lu Z., & Chen S. (2009). Reinforcement of polysiloxane with superhydrophobic nanosilica. *J Mater Sci*, 44, 4522-4530. doi:10.1007/s10853-009-3660-z
15. Torres A., Romero J., Macan, A., Guarda A., & Galotto M.J (2014). Near critical and supercritical impregnation and kinetic release of thymol in LLDPE films used for food packaging. *The Journal of Supercritical Fluids*, 85, 41-48.

16. Molinaro, S. C. (2013). Effect of nanoclay-type and PLA optical purity on the characteristics of PLA-based nanocomposite films. *Journal of Food Engineering*, 117(1), 113–123.
17. Abbas, N., Atta, I., & Mohammed, F. (2014). Effect of nano SiO<sub>2</sub> on some mechanical properties of biodegradable polylactic acid. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 5(2), 1-7.
18. Suhey, I. (2014). Estudio de propiedades y compatibilidad de mezclas Polipropileno (PP), Ácido Poliláctico (PLA) y nanopartículas de Óxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>), mediante extrusión y mezclado físico. Altamira: Instituto Politécnico Nacional.
19. De Souza, A., Dias, A., H., S., & Tadini, C. (2013). Impregnation of cinnamaldehyde into cassava starch biocompositefilms using supercritical fluid technology for the development of foodactive packaging. *Carbohydrate Polymers*, 102(2014), 830-837.
20. Rojas, A., Torres, A., Añazco, A., Villegas, C., Galotto, M., Guarda, A., & Romero, J. (2018). Effect of pressure and time on scCO<sub>2</sub>-assisted incorporation of thymol into LDPE-based nanocomposites for active food packaging. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*, 26, 434-444. doi:DOI: 10.1016/j.jcou.2018.05.031

# *Evaluación de la migración de bromuro de cetilpiridinio desde nanocompuestos activos hacia un simulante graso de alimentos*

*(Cetylpyridinium bromide migration assessment from active nanocomposites to a fatty food simulant)*

C. Muñoz<sup>(1)\*</sup>, F. Rodríguez<sup>(1)</sup>, E. Muñoz<sup>(2)</sup>, M. Galotto<sup>(1)</sup>

(1) Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad Tecnológica, Edificio de Alimentos, Estación Central, Santiago, Chile, Código postal: CL917020.

(2) Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1,5. Riobamba, Ecuador, Código postal EC060155.

\*Correspondencia. Tel.: +56 998240496, E-mail: cristina.munoz.s@usach.cl (C. Muñoz-Shuguli)

## **RESUMEN**

En los últimos años, el desarrollo de nanocompuestos poliméricos se plantea como una interesante alternativa para el diseño de nuevos materiales para el envasado activo de alimentos. A pesar de esto, existe constante preocupación relacionada a la migración de los componentes activos incorporados en el material ya que, un material de envasado destinado a entrar en contacto con un alimento debe presentar valores de migración bajo los límites establecidos en regulaciones internacionales. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la migración del surfactante bromuro de cetilpiridinio (CPB) desde nanocompuestos activos de polietileno de baja densidad y montmorillonita modificada con CPB, hacia un simulante graso de alimentos (etanol 95 %). El seguimiento de la migración del componente se realizó a través de la medición de la conductividad eléctrica del simulante en contacto con los nanocompuestos. Se determinó que la presencia del 3,0 % de organoarcilla permite una mayor migración del CPB debido a la presencia del surfactante libre en la matriz y al hinchamiento de la organoarcilla superficial por hidratación. Además, se observó que la migración es prolongada en el tiempo y está por debajo de los límites permitidos por la legislación estadounidense, lo que permitiría la generación de materiales novedosos que podrían

ser empleados en el diseño de envases activos de alimentos.

**Palabras clave:** *surfactante, conductividad eléctrica, polietileno de baja densidad, organoarcilla, envase activo de alimentos*

## **ABSTRACT**

In the last years, the development of polymeric nanocomposites is presented as an interesting alternative for the design of new materials for active food packaging. Despite this, there are concerns regarding the migration of the components incorporated in the material since a packaging material intended to come into contact with food must have migration values under the limits established in international regulations. In this sense, the aim in this work was to evaluate the migration of the surfactant cetylpyridinium bromide (CPB) from active nanocomposites of low density polyethylene and montmorillonite modified with CPB to a fatty food simulant (ethanol 95 %). The migration of the component was followed by fat simulant electrical conductivity measurements during the contact with the nanocomposites. It was determined that materials with 3,0 % of organoclay allowed a higher migration of CPB due to the presence of free surfactant in the matrix and swelling of the superficial organoclay. In addition, it was

observed that the migration is prolonged in time and it is below the limits allowed by US legislation, which would enable the generation of novel materials that could be used in the design of active food packaging.

**Key words:** *surfactant, electrical conductivity, low density polyethylene, organoclay, food active packaging.*

## 1. Introducción

El desarrollo de envases activos ha sido importante tanto en el ámbito académico como industrial con el fin de responder a la alta demanda de los consumidores sobre recibir sus productos de una manera más segura y saludable. En este sentido, los envases se han tomado de la mano de la nanotecnología enfocándose entre otros asuntos en mejorar la calidad, seguridad y extender la vida útil de los alimentos (1,2), reduciendo además los niveles de preservantes en la formulación de los mismos (3,4).

Durante los últimos años se ha reportado ampliamente el desarrollo y aplicación de nanocompósitos en el diseño de envases activos (5–11). Al respecto, la utilización de nanorellenos ha dado lugar a materiales con propiedades mejoradas en comparación con matrices poliméricas comunes e incluso su empleo ha permitido la generación de otras funcionalidades, tales como, actividad antimicrobiana (12,13).

Es bien conocido que los nanocompósitos son polímeros híbridos con rellenos orgánicos e inorgánicos de dimensiones nano (14). Entre estos últimos, las nanoarcillas, en especial la montmorillonita (Mt) ha sido ampliamente utilizada en estos materiales (15–17). Disponibilidad, bajo costo y sobre todo su capacidad de modificación son las principales características que la han transformado en uno de los nanorellenos más utilizados en el último tiempo. Sin embargo, debido a que la montmorillonita tiene un alto carácter hidrofílico, situación que impide su afinidad con la mayoría de las matrices poliméricas comerciales (18), ésta puede ser modificada a través de una reacción de intercambio iónico con compatibilizantes. En esta reacción una sustancia provista de una larga cadena alquílica (mayor a 12 carbonos) ingresa a la estructura de la arcilla, aumentando la distancia interlaminar (19,20), resultando en la formación de una organoarcilla (Fig. 1). Esta última por su naturaleza ya es capaz de interactuar positivamente con una matriz polimérica orgánica como el polietileno, favoreciendo con ello la formación de nanocompósitos.

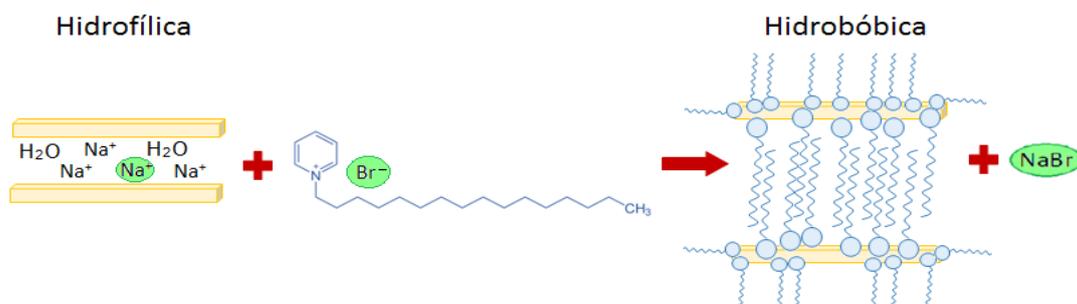


Fig. 1. Mecanismo de modificación de montmorillonita (19).

Estudios recientes han reportado que el empleo del surfactante bromuro de cetilpiridinio (CPB) permite la modificación química de la estructura de la montmorillonita (21–24). El CPB es un surfactante cuaternario de amonio generalmente utilizado en desinfección y tratamientos, principalmente bucales (25). Se ha observado que éste al ser absorbido en arcillas, tales como caolinita o montmorillonita, no sólo aumenta la distancia interlamina como se mencionó anteriormente, sino que además proporciona sobre la superficie de la arcilla una capa rica en compuestos orgánicos que favorece la formación de los nanocompuestos, y que puede resultar posteriormente en procesos de transferencia de masa hacia determinados alimentos. Además, es preciso indicar que el CPB es aceptado por la legislación estadounidense como una sustancia permitida para la desinfección de productos avícolas (26). Adicionalmente, distintos estudios han reportado la acción antimicrobiana que imparte la montmorillonita modificada con CPB al ser empleado en diversas aplicaciones cárnicas (6,23,27).

Desde el punto de vista de inocuidad alimentaria, la aplicabilidad de los nanocompuestos como materiales para envasado de alimentos ha sido cuestionada (28). A pesar de que estudios sobre la migración de las nanopartículas han mostrado niveles bajo el límite permitido, existe un gran vacío e inseguridad sobre el tema (1), esto ha provocado una baja cantidad de productos aplicados en el mercado respecto al número de publicaciones relacionadas al desarrollo de nanocompuestos activos (29). Claramente, la migración es un fenómeno que preocupa a los consumidores por estar expuestos indirectamente a las nanopartículas al ingerir alimentos empacados en materiales que las contienen (30). De este modo, su estudio es de suma importancia en el desarrollo de un nuevo material de envasado de alimentos, y depende de su comportamiento respecto a este fenómeno para permitir, desde el punto de vista de regulaciones, su empleo con estos fines (31).

De acuerdo a los antecedentes descritos, en este trabajo se evalúa la migración de bromuro de cetilpiridinio desde nanocompuestos de polietileno y montmorillonita modificada con el surfactante. La evaluación de la migración de componentes desde estos sistemas permitiría la generación de nuevos materiales de envasado activo antimicrobiano de alimentos.

## **2. Metodología**

### *2.1. Localización*

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Envases (LABEN – Chile) del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Santiago de Chile (Santiago – Chile).

### *2.2. Materiales*

#### *2.2.1. Materiales de envasado activo*

En un estudio previo (24) se modificó montmorillonita (Mt) con CPB, obteniéndose dos distintas organoarcillas: 11OMt y 21OMt. El contenido de CPB en la organoarcilla 21OMt corresponde al doble del contenido en 11OMt. En el mismo estudio, estas organoarcillas fueron utilizadas para la elaboración de nanocompuestos de polietileno de baja densidad (PE) en forma de películas mediante un proceso de extrusión (Tabla 1), los cuales serán utilizados en la presente investigación. Además, se consideró una película de polietileno de baja densidad sin nanorelleno como material control.

Tabla 1. Descripción de los nanocompósitos en forma de películas.

Codificación	Descripción del contenido
PE	Polietileno de baja densidad (control).
PE_11OMt1,5	Nanocompósito de polietileno de baja densidad con 1,5 % (p/p) de 11OMt.
PE_11OMt3,0	Nanocompósito de polietileno de baja densidad con 3,0 % (p/p) de 11OMt.
PE_21OMt1,5	Nanocompósito de polietileno de baja densidad con 1,5 % (p/p) de 21OMt.
PE_21OMt3,0	Nanocompósito de polietileno de baja densidad con 3,0 % (p/p) de 21OMt.

### 2.2.2. Simulante de migración

Con el fin de dar cumplimiento a las exigencias internacionales, en caso de que un producto alimentario fuese exportado, y considerando que los reglamentos relacionados a materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos en latinoamérica se basan en el Reglamento N° 10/2011 de la Unión Europea (32) se eligió etanol 95 % v/v (simulante D) como simulante graso para el ensayo de migración. A pesar de que el Reglamento indica utilizar aceite vegetal como simulante graso, el método de seguimiento de liberación del surfactante propuesto en el presente estudio impide trabajar con éste, por tanto, se utilizó etanol 95 % v/v como simulante graso alternativo de acuerdo con la Comisión Directiva 97/48 CE (33).

### 2.3. Migración del surfactante

La evaluación de migración específica de CPB se basó en estudios de conductividad eléctrica de arcillas modificadas con surfactantes y nanocompósitos descritos en estudios previos (7,24,34). Considerando que los materiales descritos en la Tabla 1 podrían ser aplicados en productos avícolas, y de acuerdo con el Reglamento N° 10/2011 (32), se evaluó la migración del surfactante hacia un simulante graso (etanol 95 % v/v). Para ello nanocompósitos de 4 cm x 3 cm se colocaron en 20 mL de simulante contenidos en viales de vidrio que se almacenaron en una estufa (Blinder, Tuttlingen, Alemania) a 40 °C. Para observar la cinética de migración del CPB se realizaron mediciones de conductividad eléctrica en tiempos determinados hasta obtener valores constantes, para esto se utilizó un conductímetro SevengGo™ SG3 (Mettler Toledo, Schwerzenbach, Suiza) provisto de un electrodo InLab 741-ISM Mettler Toledo (Schwerzenbach, Suiza) que fue calibrado con una solución estándar de 84  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Hanna Instrument, Woonsocket, Estados Unidos). Además, con el fin de cuantificar el CPB que migra desde los nanocompósitos se realizó una curva de calibración, con concentraciones de 0 a 6 ppm de CPB en el simulante a las mismas condiciones de temperatura del ensayo.

## 3. Desarrollo y Discusión

### 3.1. Migración de CPB

Para estimar la migración del CPB se realizaron mediciones de conductividad eléctrica (CE) en un simulante graso en contacto con el nanocompósito a prueba. En este ensayo se contó también con un blanco que consistió en simulante sin ninguna película. Cabe señalar que el método utilizado en este estudio con el tipo de simulante evaluado no ha sido reportado previamente, situación por la cual probablemente no pueda ser comparado con resultados en

literatura. Sin embargo, es importante destacar que el método propuesto será de gran utilidad para posteriores investigaciones que pretendan dar seguimiento a la migración en este tipo de sistemas debido a su factibilidad y facilidad de operación respecto a otros métodos tradicionales como el análisis por cromatografía líquida.

Dado que el CPB es un compuesto que forma soluciones iónicas, es posible asociar un aumento de CE a la presencia del surfactante en el simulante, es decir a la migración del compuesto desde las películas hacia el simulante. La Fig. 2 muestra un aumento significativo de la CE en el simulante graso en contacto con los nanocompuestos. Además, es posible observar que la concentración utilizada tiene una relación directa en la migración del CPB. Así, a mayor concentración de organoarcilla, independientemente de su tipo, existe un mayor valor de migración del surfactante.

Por otra parte, en cuanto al tipo de la organoarcilla, se observa que los nanocompuestos elaborados con la 21OMt permiten una mayor migración del surfactante respecto a los nanocompuestos con 11OMt. Según la caracterización de los materiales reportada en el estudio anterior (24), la estructura de la organoarcilla 21OMt permitía que cierta proporción del contenido de surfactante se libere desde la organoarcilla hacia la matriz polimérica durante la elaboración de los nanocompuestos, quedando surfactante libre en la matriz en forma de iones inestables, los cuales migrarían con mayor facilidad. Este hecho, explica el mayor aumento de la conductividad eléctrica y por tanto la migración del surfactante hacia el simulante desde los nanocompuestos PE\_21OMt1,5 y PE\_21OMt3,0. Adicionalmente, la montmorillonita es susceptible a hinchamiento por hidratación, lo cual permitiría la liberación del surfactante que se encuentra entre las capas de las organoarcillas contenidas en el nanocompuesto.

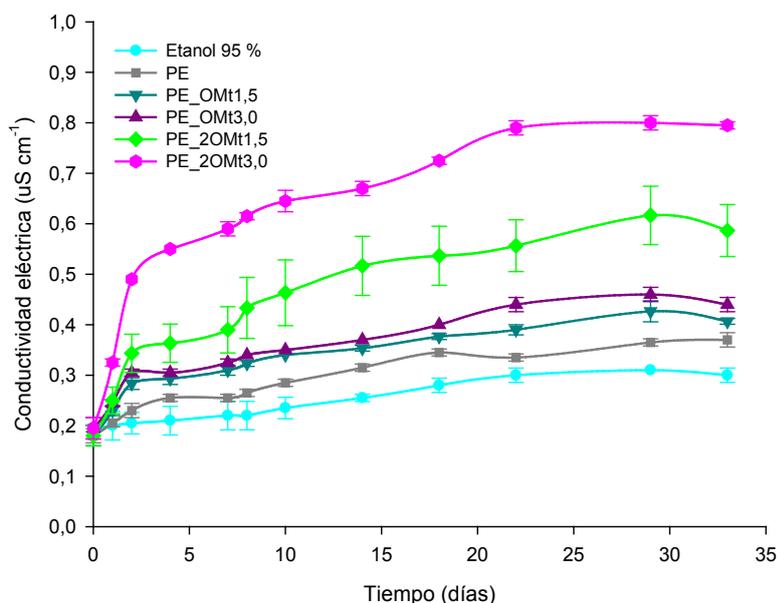


Fig. 2. Cambio de la conductividad eléctrica del simulante en contacto con películas de nanocompuestos.

Por otro lado, en comparación con el estudio de Rodríguez y col. (7) la velocidad de liberación del surfactante es mucho mayor. Ellos obtuvieron un incremento significativo durante las 3 primeras horas, tiempo cercano para alcanzar el equilibrio, mientras que en este estudio el

equilibrio fue hallado aproximadamente después de 20 días de ensayo, indicando la liberación más controlada del componente. Esto es atribuido a las características hidrofóbicas de la matriz de PE, lo que impide su interacción con el simulante, retardando el hinchamiento de la arcilla y con esto la liberación del surfactante hacia el simulante se controla en el tiempo, siendo favorable para la conservación de un producto envasado durante tiempos prolongados.

Finalmente, al cuantificar la concentración de CPB en el simulante luego de 35 días de contacto con el simulante (Tabla 2) es posible establecer que los nanocompuestos permiten la liberación entre 1,7 y 4,5 ppm de CPB. En este sentido, los materiales cumplen con el límite establecido en la legislación estadounidense para este compuesto (0,6 g/kg de producto) en productos avícolas (26).

*Tabla 2. Concentración de CPB que migra desde los nanocompuestos hacia un simulante graso después de 35 días de contacto.*

Muestra	Concentración de CPB* (mg/L** simulante)
Etanol 95 %	0
PE	1,5
PE_11OMt1,5	1,5
PE_11OMt3,0	1,7
PE_21OMt1,5	2,9
PE_21OMt3,0	4,5

\*CPB: Bromuro de cetilpiridinio  
\*\*1 L de simulante corresponde a 1kg de alimento (32).

#### 4. Conclusiones

Esta investigación pone en evidencia la migración del bromuro de cetilpiridinio desde nanocompuestos de polietileno de baja densidad con organoarcilla Mt/CPB hacia un simulante alimenticio graso. Existe un mayor valor de migración al incorporar 3,0 % de organoarcilla modificada con una relación 2:1 (Mt:CPB). Además, la migración es prolongada en el tiempo y está por debajo de los límites permitidos por legislación estadounidense lo que permitiría la generación de materiales novedosos que podrían ser empleados en el diseño de envases activos de alimentos luego de comprobar su actividad antimicrobiana.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

#### Bibliografía

1. Mlalila N, Kadam DM, Swai H, Hilonga A. 2016. Transformation of food packaging from passive to innovative via nanotechnology: concepts and critiques. *J Food Sci Technol.* 53(9):3395–407.
2. Realini CE, Marcos B. 2014. Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Sci.* 98(3):404–19.
3. Bastarrachea L, Dhawan S, Sablani SS. 2011. Engineering Properties of Polymeric-Based Antimicrobial Films for Food Packaging: A Review. *Food Eng Rev.* 3(2):79–93.

4. De Jong AR, Boumans H, Slaghek T, Van Veen J, Rijk R, Van Zandvoort M. 2005. Active and intelligent packaging for food: Is it the future? *Food Addit Contam.* 22(10):975–9.
5. Majeed K, Hassan A, Bakar AA, Jawaid M. 2016. Effect of montmorillonite (MMT) content on the mechanical, oxygen barrier, and thermal properties of rice husk/MMT hybrid filler-filled low-density polyethylene nanocomposite blown films. *J Thermoplast Compos Mater.* 29(7):1003–19.
6. Rodríguez FJ, Torres A, Peñaloza Á, Sepúlveda H, Galotto MJ, Guarda A, et al. 2014. Development of an antimicrobial material based on a nanocomposite cellulose acetate film for active food packaging. *Food Addit Contam Part A.* 31(3):342–53.
7. Rodríguez FJ, Cortés LA, Guarda A, Galotto MJ, Bruna JE. 2015. Characterization of cetylpyridinium bromide-modified montmorillonite incorporated cellulose acetate nanocomposite films. *J Mater Sci.* 50(10):3772–80.
8. Seo J, Jeon G, Jang EuS, Bahadar Khan S, Han H. 2015. Preparation and properties of poly(propylene carbonate) and nanosized ZnO composite films for packaging applications. *J Appl Polym Sci.* 15;122(2):1101–8.
9. Shemesh R, Goldman D, Krepker M, Danin-Poleg Y, Kashi Y, Vaxman A, et al. 2015. LDPE/clay/carvacrol nanocomposites with prolonged antimicrobial activity. *J Appl Polym Sci.*10;132(2):41461.
10. Torres A, López de Dicastillo C, Ríos M, Bastias I, Guarda A, Galotto MJ. 2014. Effect of Organoclay Incorporation on Thermal, Physical and Morphological Properties of LLDPE Nanocomposites for Active Food Packaging Applications. *J Chil Chem Soc.* 59(4):2681–5.
11. Bruna JE, Peñaloza A, Guarda A, Rodríguez F, Galotto MJ. 2012. Development of MtCu<sup>2+</sup>/LDPE nanocomposites with antimicrobial activity for potential use in food packaging. *Appl Clay Sci.* 58:79–87.
12. Lee SY, Lee SJ, Choi DS, Hur SJ. 2015. Current topics in active and intelligent food packaging for preservation of fresh foods. *J Sci Food Agric.* 95(14):2799–810.
13. Savas LA, Hancer M. 2015. Montmorillonite reinforced polymer nanocomposite antibacterial film. *Appl Clay Sci.* 108:40–4.
14. Nasiri A, Peyron S, Gastaldi E, Gontard N. 2016. Effect of nanoclay on the transfer properties of imminent additives in food packages. *J Mater Sci.* 51(21):9732–48.
15. Azeredo HMC. 2009. Nanocomposites for food packaging applications. *Food Res Int.* 42(9):1240–53.
16. Yildirim S, Röcker B, Rüegg N, Lohwasser W. 2015. Development of Palladium-based Oxygen Scavenger: Optimization of Substrate and Palladium Layer Thickness. *Packag Technol Sci.* 28(8):710–8.
17. Rodríguez FJ, Galotto MJ, Guarda A, Bruna JE. 2012. Modification of cellulose acetate films using nanofillers based on organoclays. *J Food Eng.* 110(2):262–8.
18. Khalil RKS. 2013. Selective removal and inactivation of bacteria by nanoparticle composites prepared by surface modification of montmorillonite with quaternary ammonium compounds. *World J Microbiol Biotechnol.* 29(10):1839–50.
19. Khan MS, Sultana S. 2015. Synthesis and Properties of High Strength Thin Film Composites of Poly(ethylene Oxide) and PEO-PMMA Blend with Cetylpyridinium Chloride Modified Clay. *Int J Polym Sci.* 2015:1–10.
20. Pavlidou S, Papispyrides CD. 2008. A review on polymer-layered silicate nanocomposites. *Prog Polym Sci.* 33(12):1119–98.

21. Ke YL, Jiao LF, Song ZH, Xiao K, Lai TM, Lu JJ, et al. 2014. Effects of cetylpyridinium-montmorillonite, as alternative to antibiotic, on the growth performance, intestinal microflora and mucosal architecture of weaned pigs. *Anim Feed Sci Technol.* 198:257–62.
22. Malachová K, Praus P, Pavlíčková Z, Turicová M. 2008. Activity of antibacterial compounds immobilised on montmorillonite. *Appl Clay Sci.* 43:364–8.
23. Özdemir G, Yapar S, Limoncu H. 2013. Preparation of cetylpyridinium montmorillonite for antibacterial applications. *Appl Clay Sci.* 72:201–5.
24. Muñoz-Shugulí C, Rodríguez FJ, Bruna JE, Galotto MJ, Sarantópoulos C, Favaro MA, et al. 2019. Cetylpyridinium bromide-modified montmorillonite as filler in low density polyethylene nanocomposite films. *Appl Clay Sci.* 168:203–10.
25. Malek NA, Ramli NI. 2015. Characterization and antibacterial activity of cetylpyridinium bromide (CPB) immobilized on kaolinite with different CPB loadings. *Appl Clay Sci.* 109–110:8–14.
26. US FDA. 2007. Part 173. Secondary direct food additives permitted in food human consumption. Code of Federal Regulations.
27. Banik N, Jahan S, Mostofa S, Kabir H, Sharmin N, Rahman M, et al. 2015. Synthesis and characterization of organoclay modified with cetylpyridinium chloride. *Bangladesh J Sci Ind Res.* 50(1):65.
28. Wang X, Du Y, Yang J, Wang X, Shi X, Hu Y. 2006. Preparation, characterization and antimicrobial activity of chitosan/layered silicate nanocomposites. *Polymer (Guildf).* 47(19):6738–44.
29. Wyrwa J, Barska A. 2017. Innovations in the food packaging market: active packaging. *Eur Food Res Technol.* 243(10):1681–92.
30. Youssef AM. 2013. Polymer Nanocomposites as a New Trend for Packaging Applications. *Polym Plast Technol Eng.* 52(7):635–60.
31. Cushen M, Kerry J, Morris M, Cruz-Romero M, Cummins E. 2014. Evaluation and Simulation of Silver and Copper Nanoparticle Migration from Polyethylene Nanocomposites to Food and an Associated Exposure Assessment. *J Agric Food Chem.* 62(6):1403–11.
32. European-Commission. 2011. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. *Off J Eur Union.*
33. European Commission. 1997. Commission Directive 97/48/EC of 29 July 1997 amending for the second time Council Directive 82/711/EEC laying down the basic rules necessary for testing migration of the constituents of plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. *Off J Eur Communities*
34. Nigmatullin R, Gao F, Konovalova V. 2008. Polymer-layered silicate nanocomposites in the design of antimicrobial materials. *J Mater Sci.* 43(17):5728–33.

## ***Probióticos como aditivos dietéticos para cerdos. Una revisión***

*(Probiotics as dietetic additives for pigs. A review)*

L. Flores<sup>(1)\*</sup>, J. Usca<sup>(1)</sup>, S. Peñafiel<sup>(1)</sup>, L. Tello<sup>(1)</sup>

(1) Docente, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correo electrónico: lflores@esPOCH.edu.ec

### **RESUMEN**

Por varias décadas se ha utilizado en los sistemas intensivos y semi intensivos de producción porcina los antibióticos promotores de crecimiento, con la finalidad de controlar los problemas digestivos y respiratorios y mejorar la eficiencia. Sin embargo, su utilización en la alimentación de animales destinados al consumo humano, se relaciona con la crisis de salud global por la resistencia a los antimicrobianos. A nivel internacional, varias jurisdicciones respondieron a través de la restricción o prohibición del uso de estos productos. Esta situación condujo a que diferentes grupos de investigación se centraran en el estudio y desarrollo de alternativas para mantener la salud de los animales y el rendimiento productivo. Dentro de estas alternativas se incluyen probióticos que son uno de los aditivos alimentarios más estudiados y se definen como microorganismo(s) vivo (s) que cuando se adicionan en cantidades adecuadas influyen benéficamente en la salud del huésped. La aplicación de estos productos en la alimentación de cerdos puede modular la respuesta inmune y mejorar los parámetros zootécnicos de conversión alimenticia y ganancia de peso vivo final. Además, se pueden utilizar en el tratamiento de enfermedades infecciosas digestivas, como la diarrea, lo que aporta un beneficio económico importante en la industria porcina. En este estudio, se realizó una revisión de las diferentes etapas fisiológicas de cerdos con 23 citas bibliográficas y 50 referencias sobre la utilización de probióticos en la especie porcina como la utilización de probióticos en la alimentación.

**Palabras Claves:** *Probióticos, antibióticos, rendimiento productivo, salud del huésped.*

### **ABSTRACT**

For several decades, antibiotic growth promoters have been used in intensive and semi-intensive systems of swine production, with the purpose of controlling digestive and respiratory problems and improving efficiency. However, its use in feeding animals destined for human consumption is related to the global health crisis due to resistance to antimicrobials. Internationally, several jurisdictions responded by restricting or prohibiting the use of these products. This situation led to different research groups focusing on the study and development of alternatives to maintain animal health and productive performance. These alternatives include probiotics that are one of the most studied food additives and are defined as live microorganism (s) that, when added in adequate amounts, beneficially influence the health of the host. The application of these products in pig feed can modulate the immune response and improve the zootechnical parameters of feed conversion and final live weight gain. In addition, they can be used in the treatment of digestive infectious diseases, such as diarrhea, which provides a significant economic benefit in the swine industry. In this study, a review was made of the different physiological stages of pigs with 23 citations and 50 references on the use of probiotics in swine as the use of probiotics in food.

**Key Words:** *Probiotics, antibiotics, productive performance, guest health.*

## 1. Introducción

El incremento de la eficiencia en los sistemas intensivos y semi-intensivos de producción porcina se puede lograr cuando se emplean aditivos alimentarios (1). A su vez, el uso de estos productos contribuye a controlar patologías digestivas y respiratorias. Para estos fines, durante décadas, se aplicaron en dosis bajas y de forma masiva los antibióticos como promotores del crecimiento animal (2). Sin embargo, su utilización en la alimentación de animales destinados al consumo humano, se relaciona con la crisis de salud global por la resistencia a los antimicrobianos. A nivel internacional, varias jurisdicciones respondieron a través de la restricción o prohibición del uso de estos productos (3). Esta situación condujo a que diferentes grupos de investigación se centraran en el estudio y desarrollo de alternativas para mantener la salud de los animales y el rendimiento productivo. Dentro de estas alternativas se incluyen probióticos, prebióticos, acidificantes, enzimas, extractos vegetales y nutraceuticos (4).

Los probióticos son uno de los aditivos alimentarios más estudiados y se definen como microorganismos vivos que, cuando se adicionan en cantidades adecuadas, influyen benéficamente en la salud del huésped (5). La aplicación de estos productos en la alimentación de cerdos puede modular la respuesta inmune y mejorar los parámetros zootécnicos de conversión alimenticia y ganancia de peso vivo final. Además, se pueden utilizar en el tratamiento de enfermedades infecciosas digestivas, como la diarrea, lo que aporta un beneficio económico importante en la industria porcina (6).

El objetivo de esta revisión es sistemáticamente revisar y actualizar la evidencia sobre la eficacia del uso de probióticos en cerdos. La revisión presentada es fruto de trabajos de investigación realizados por los autores, como se puede verificar en la bibliografía

## 2. Metodología

Se realizó una revisión exhaustiva de 83 investigaciones publicadas en idioma inglés, español y portugués, Sede Web (internet), actas de congresos internacionales, revistas indexadas en bases de datos reconocidas, tesis doctorales; 23 citas describen las distintas etapas fisiológicas de los cerdos y 50 sobre la utilización de probióticos en alimentación para cerdos. La estrategia de búsqueda asumió como criterios de inclusión que las fuentes consultadas trataran sobre el manejo y alimentación de cerdos y el uso de microorganismos vivos como en las distintas etapas fisiológicas de cerdos. A partir de herramientas de análisis documental de la información primaria, se asumió como regla el orden cronológico de las publicaciones.

Las principales fuentes consultadas en cada ítem, en los subsiguientes apartados fueron las siguientes:

**Porcicultura mundial y ecuatoriana Desarrollo de los cerdos:** desarrollo de los cerdos; cerdos lactantes, cerdos destetados, cerdos crecimiento-ceba. Probióticos; Microorganismos empleados como probióticos y requisitos para su selección; Modo de acción de los probióticos

**En lo que concierne Porcicultura mundial y ecuatoriana:** ASPE (2013): Asociación de Porcicultores del Ecuador; ProChile (2013): Estudio de Canal de Distribución Carne de Cerdo en Ecuador; English (1985): La cerda: cómo mejorar su productividad; Lambert, G (2009): Stress-induced gastrointestinal barrier dysfunction and its inflammatory effects.

**Sobre el Desarrollo del cerdo:** Morán (2002): Comparative nutrition of fowls and swine; Le Dividich, ( 2000): Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments in the piglet; Campabada (1996): Alimentación de cerdos en desarrollo y engorde para la obtención de máximos rendimientos productivos; Schweigert (1994): Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y los productos cárnicos; Pluske (2003): Relación entre la microbiota intestinal, el pienso, la incidencia de diarreas y su influencia sobre la salud del lechón tras el destete.

**En la fundamentación de Probióticos:** Sanz, Y (2003): Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo; FAO (2002): Guidelines for the evaluation of probiotics in food;Verdenelli (2009): Probiotic properties of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus paracasei* isolated from human faeces; Sekhon (2010): Prebiotics, probiotics and synbiotics; Jonsson (1992): Probiotics for Pigs. Milián (2009). Obtención de cultivos de *Bacillus* spp. y sus endosporas; González (2003): Bacteriocinas de probióticos. *Salus cum prosumo vitae*. Belguesmia ( 2010): Partial purification and characterization of the mode of action of enterocin S37: A bacteriocin produced by *Enterococcus faecalis* S37 isolated from poultry feces; Vendrell (2008): Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from lactococcosis by probiotic bacteria; Chen (2014): Exopolysaccharides synthesised by *Lactobacillus reuteri* protect against enterotoxigeni *Escherichia coli* in piglets; Kim (2012): Concentrated Probiotics Improve; Inflammatory Bowel Diseases Better than Commercial Concentration of Probiotics. Hansen (2012); Patterns of early gut colonization shape future immune responses of the host; Yu (2008) Effect of viable *Lactobacillus fermentum* on the growth performance, nutrient digestibility and immunity of weaned pigs.

### **3. Desarrollo y Discusión**

#### *3.1. Porcicultura mundial y ecuatoriana*

La producción porcina, junto a la avícola, son los subsectores pecuarios de mayor crecimiento. Cada día mayor cantidad de cerdos se crían en menos granjas y se trabaja continuamente por incrementar los rendimientos productivos. Según la FAO (7), antes del 2015 se alcanzaría los mil millones de cerdos en el mundo, el doble que en la década de 1970. Los sistemas de producción actuales, a gran escala, alcanzan alto nivel de uniformidad, ya que están basados en similar material genético y proporcionan el mismo tipo de alimentación e infraestructura a los animales (8).

La crianza porcina se encuentra distribuida por todo el mundo, con exclusión de algunas regiones que mantienen ciertas reservas culturales y religiosas en relación al consumo de carne de cerdo. Sin embargo, es la carne roja de mayor consumo mundial, cuya demanda en las últimas décadas, experimentó un fuerte incremento. Ello se debe, fundamentalmente, a los cambios en los patrones de consumo derivados del aumento de ingresos en los países en desarrollo con economías de rápido crecimiento (7).

En Ecuador, con una población de 14 483 499 habitantes (9), la carne de cerdo comienza a generar grandes ingresos económicos y, en cuanto a su valor proteínico, otorga niveles óptimos para que se considere uno de los alimentos preferidos de la mesa familiar (10). Aspectos que se relacionan con grandes transformaciones en los sistemas de producción porcina ocurridos en los últimos años. Estos cambios se basan en el paso de producciones en granjas pequeñas y medianas e incluso de cerdos de traspatio, a granjas de explotaciones de miles de cerdos con

sistemas modernos de producción. Debido a esto y al desplazamiento del consumo de la carne de vacuno y de pollo, el sector porcino creció a tasas del orden del 10 % en el último quinquenio (10).

Hace una década, la producción de cerdos se limitaba a la labor poco tecnificada de crianza en patios, alimentados con desechos de cocina. La imagen de este tipo de producción y en sí de los cerdos era la de animales portadores de varias enfermedades; entre ellas, la triquinosis y la gripe porcina. La principal, causada por comer carne casi cruda de animales que se criaban bajo condiciones insalubres (11).

Actualmente, la crianza de cerdos en Ecuador es más tecnificada, y dadas las nuevas exigencias de los mercados y a las de los consumidores por una carne de mejor calidad, es una crianza más controlada y especializada. No obstante, en el país continúan practicándose los sistemas de producción extensivo, semi-intensivo e intensivo (11). Además, el porcicultor, independientemente del tipo de sistema que practique, debe conocer los nutrientes y las concentraciones de estos que necesita el cerdo, para cada una de sus categorías productivas. Así mismo, debe comprender el efecto que pueden ejercer esos nutrientes en el crecimiento y la reproducción de la especie. A continuación por su relación con el tema del presente artículo se abordan las características más relevantes de las categorías porcinas.

### 3.2. *Desarrollo de cerdos*

#### 3.2.1. *Cerdos lactantes*

Los lechones experimentan cambios fisiológicos, que se presentan en un determinado orden y que no pueden acelerarse. Ellos nacen con menos de 1,5 % de grasa corporal, la que en su mayoría es estructural y no puede utilizarse como energía. La principal fuente energética es el glucógeno acumulado en el hígado y los músculo (10 % y 7 %, respectivamente), que sólo permite una sobrevida de 36 a 48 h en ayuno (12). Esto se agrava en los lechones más pequeños, donde la reserva energética es mucho menor, con una estrecha relación entre el peso al nacimiento y su supervivencia (13).

El tracto gastrointestinal (TGI) de los cerditos al nacer es estéril y, posteriormente, de forma paulatina, se establece la comunidad microbiana a lo largo de este tubo especializado. Las diferentes poblaciones microbianas forman un ecosistema microbiano anaerobio complejo pero estable con más de cuatrocientas especies bacterianas (14). Esta microbiota desempeña la importante función de proteger y mantener la integridad de la mucosa intestinal. La disfunción de la barrera intestinal conduce a un aumento progresivo de la permeabilidad de la mucosa, lo que facilita la infección por bacterias intestinales patógenas (15). Además, la microbiota habita e interactúa en equilibrio (estado eubiótico) con el hospedero; participa en una multitud de actividades metabólicas y juega un importante papel en el crecimiento y productividad de los animales (16).

La digestión de los diferentes componentes alimenticios y la posterior absorción de nutrimentos ocurren principalmente en la parte superior y media del intestino delgado de los cerdos. Durante la lactancia, el sistema enzimático del lechón está adaptado para digerir los nutrientes de la leche, y la absorción de proteínas lácteas, lactosa y lípidos de cadena corta, siendo estos muy elevados. Sin embargo, hasta los 21-28 días de edad su sistema digestivo no produce cantidades apreciables de lipasas, amilasas y otros enzimas que degradan los nutrientes

contenidos en fuentes de origen vegetal (17). El desarrollo no es completo hasta las ocho semanas, además, la producción de enzimas sufre un decrecimiento brusco en el momento del destete. Esta reducción, junto a la pérdida del contenido proteico de la mucosa, podría ser debida al estrés que supone el destete, o a la disminución del aporte de sustrato tras el destete (18).

En la absorción de nutrientes, las numerosas vellosidades microscópicas que cubren el intestino desempeñan un rol fundamental y su morfología varía según la edad del animal, por lo que están relacionadas con los cambios macroscópicos del intestino. Este órgano presenta un desarrollo acelerado durante los primeros diez días de edad de los cerditos, y es entonces cuando ocurren aumentos significativos en su peso absoluto y en el peso de la mucosa intestinal. Después de este tiempo se observa que el intestino delgado pasa por un proceso de maduración, que se caracteriza por aumentos marcados del volumen, longitud y peso (19).

Easter (20) señaló que el cerdo está capacitado fisiológicamente para utilizar la leche de la madre como fuente de nutrientes en las primeras semanas de vida y no está preparado para digerir dietas no lácteas basadas en carbohidratos, proteínas y grasas complejas. El bajo nivel de amilasa limita la hidrólisis de los almidones y, en el estómago, la baja producción de ácido clorhídrico afecta la digestión de las proteínas. La utilización de fuentes de grasa de origen vegetal y animal es baja, pues estas grasas complejas forman en el sistema digestivo gotas grandes con un área de superficie mínima para el ataque enzimático. En cambio, la grasa de la leche está formada por pequeñas gotas recubiertas por una lipoproteína que permite la adecuada digestión enzimática.

Desde el nacimiento hasta la sexta semana de vida, el lechón aumenta aproximadamente de 7,5 veces su peso y cada uno de los órganos pasa por transformaciones importantes; por ejemplo, el páncreas aumenta doce veces su peso absoluto, justo después del nacimiento de los lechones el estómago crece intensamente y su capacidad de secretar ácido aumenta cerca de cinco veces en la primera semana post-parto, con un posterior incremento muy lento hasta el destete. Simultáneamente, durante las diez primeras semanas de edad, los cerdos sufren cambios en su sistema inmunitario. El lechón recién nacido depende de la inmunidad pasiva suministrada por la madre a través del calostro. Las inmunoglobulinas (Ig) recibidas son capaces de atravesar la pared intestinal durante las primeras horas de vida del cerdito (21).

Quiles (22) informa la existencia de bajas concentraciones de linfocitos T, B y elevados niveles de sustancias inmunosupresoras durante la etapa de lactancia. Dicha inmunosupresión comienza a revertirse a partir de los 28-35 días de edad; momento en que el animal es capaz de producir su propia actividad inmunológica en niveles adecuados. Por tanto, cualquier estrés, ya sea digestivo, de manejo o combinado, va a afectar al lechón en momentos críticos de depresión inmunológica.

### 3.2.2. *Cerdos destetados*

La alimentación del cerdo recién destetado es uno de los aspectos más críticos en las explotaciones porcinas y supone todo un reto para los nutricionistas y formuladores. La dieta que se suministre al lechón debe ser de excelente calidad nutricional, a la vez que minimice el estrés al destete, lo que le permitirá al cerdito, que es separado de su madre en un estadio temprano de su vida, poder desarrollarse adecuadamente en su nuevo ambiente (23). Por tanto, en el desarrollo del programa de alimentación para esta categoría, que tendrá un efecto significativo

sobre los rendimientos futuros, es importante tener en cuenta factores como: edad al destete, estado fisiológico del lechón, composición o valor nutricional de la dieta, requerimiento nutricional, desarrollo morfológico del tracto gastrointestinal y del sistema inmune intestinal y comportamiento del cerdo (24).

El cambio de la leche materna a una dieta sólida, basada en almidón y proteínas de origen vegetal, hace que el TGI pase por un largo proceso de adaptación, debido a que este no estaba preparado para digerir dichos nutrientes (25). Esta situación genera cambios morfológicos y funcionales en el TGI causantes de trastornos en el consumo de alimento y alteraciones en el proceso digestivo, que impiden al animal cubrir sus requerimientos de proteína y energía, lo que dificulta su crecimiento. Este proceso ocurre principalmente durante la primera semana post destete, lo que hace que muchos porcicultores reduzcan la oferta de alimento al momento del destete para evitar los problemas de diarreas (26).

El desarrollo posterior del aparato digestivo está íntimamente ligado con el consumo de alimento sólido. Los animales que consumen mayor cantidad de alimento y, por ende, más energía, tienen mayor crecimiento del estómago, páncreas, intestino delgado e hígado, ya que estos órganos consumen aproximadamente 50% de la energía total (25).

### 3.2.3. *Cerdos en crecimiento-ceba*

De acuerdo a Easter (27) el período de desarrollo y ceba empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Tradicionalmente, este período ocurre cerca de los 20 kg de masa corporal y termina cuando el cerdo es enviado al mercado. Para los cerdos de razas puras y algunos híbridos este valor asciende a 30-50 kg para la etapa en desarrollo y de 50 kg hasta el mercado; (90 -100 kg) para la etapa de engorde.

El período que comprende el desarrollo y la ceba es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí el animal consume entre el 75 y 80% del total del alimento necesario en su vida productiva, siendo este rubro el principal costo de producción. Por eso, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad del sistema de producción porcina (28).

En la alimentación que se utilice, debe considerarse que es en la etapa de desarrollo donde existe la mayor formación de tejido magro y en la fase de finalización se forma más tejido grasoso (28). Por lo que, los requerimientos proteínicos en la etapa de desarrollo son mayores que en la de finalización; y, aunque el consumo total aumenta, no es necesario aumentar la cantidad de proteína suministrada (29).

Durante el período de finalización, los nutrientes mayormente energéticos cuantitativamente son los más importantes. Por tanto, debe tenerse presente la aceptabilidad de las fuentes de energía disponibles; y, aunque las concentraciones de energía total en granos, raíces, tubérculos y subproductos de vegetales pueden ser similares, la energía utilizable puede variar ampliamente (29). Son ocho los nutrientes más de mayor importancia que se deben considerar en la elaboración de raciones alimenticias para cerdos, siendo éstos: la proteína, la lisina, el triptófano, la treonina, el calcio, el fósforo aprovechable y la **energía digestible** y metabolizable, aunque también son muy beneficiosos otros como: los otros aminoácidos, los minerales y vitaminas (28).

Una alimentación eficiente en el período de desarrollo y ceba, debe cumplir metas importantes: maximizar la eficiencia de producción de tejido muscular en relación al tejido graso de la canal y la producción de carne magra con características físicas, químicas y sensoriales aceptables (30).

Desde el punto de vista práctico, los cerdos se pueden clasificar en tres categorías según su capacidad para producir tejido magro. Estas categorías son: alta, media y baja. Las características de los cerdos para ser clasificados en una de estas categorías están basadas en las ganancias diarias de tejido magro, su espesor de grasa dorsal y el tamaño del área del ojo del lomo o de la chuleta (31).

La especie porcina, como ninguna otra, tiene características que la diferencian y la hacen preferencial para muchos productores. Se destaca por la heterogeneidad de su dieta, su buena conversión, adaptabilidad y alta proliferación, así como por el gran rendimiento de su canal, constituida por niveles representativos de proteínas y lípidos (32).

Zert (33) señaló que el tejido adiposo subcutáneo (espesor de la grasa dorsal) se utiliza como punto de referencia para llegar al punto del conocimiento de la adiposidad general de la canal de cerdos, puesto que es fácilmente accesible y representa una fracción importante de los tejidos grasos del cerdo; sus variaciones están estrechamente ligadas con las del engrasamiento general de la canal. Según Schweigert (34) la carne de cerdo aporta proteínas de alto valor biológico (18-20 g proteína/100 g de carne) con un alto contenido en aminoácidos esenciales, lípidos (510 %), carbohidratos (1 %) y minerales (1 %). Se estima que 100 g de carne de cerdo cubren el 7 % de las recomendaciones de ingesta diaria de hierro, 11 % de potasio, 6 % de magnesio, 15 % de zinc, además de ser una fuente importante de fósforo y vitamina B1.

Generalmente, en los sistemas de producción se emplean aditivos alimentarios de forma profiláctica y para mejorar la eficiencia de utilización de los nutrientes e incrementar el rendimiento productivo. Dentro de estos aditivos se encuentran los probióticos, temática que se tratará a continuación.

### 3.3. *Probióticos*

El término probiótico se informó por primera vez por Lilly (35) para describir las sustancias producidas por un microorganismo que estimula el crecimiento de otro. Este concepto evolucionó y, en el año 2001, la FAO y la Organización Mundial de la Salud (WHO de sus siglas en inglés) crearon una comisión de expertos para esclarecer dicho término, debido a la rápida incorporación de este tipo de productos en el mercado y su distribución en el ámbito internacional, sin la existencia previa de una normativa comúnmente aceptada (36).

En la actualidad, para definir un probiótico, se utiliza la definición emitida por la FAO/WHO (37), que se refiere a microorganismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas proporcionan o generan efectos benéficos en la salud del huésped. Es importante señalar que estos microorganismos no deben ser patógenos ni producir efectos colaterales adversos. Además, constituyen una alternativa al uso de antibióticos promotores del crecimiento animal.

### 3.3.1. Microorganismos empleados como probióticos y requisitos para su selección

Se han utilizado muchas cepas de bacterias como probióticos; las especies más utilizadas son las bacterias del ácido láctico, como *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Bifidobacterium* (38). Las especies comerciales de probióticos generalmente se aíslan de la microflora intestinal del consumidor deseado (por ejemplo: humano, pollo o cerdo) y se seleccionan en función de criterios como la resistencia a los ácidos estomacales y las sales biliares, la capacidad de colonizar en el intestino o el antagonismo de Microorganismos potencialmente patógenos (39). Las bacterias del ácido láctico utilizadas como probióticos han incluido: *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii subsp bulgaricus*, *L. brevis*, *L. cellobiosus*, *L. curvatus*, *L. fennentum*, *L. lactis*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *S. cremoris*, *S. salivarius subsp thermophilus*, *E. faecium*, *S. diacetylactis*, *S. intermedius*, *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. infantis*, *B. animalis*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. longum* y *B. thermophilum* (*L. lactobacilli*; *S. Streptococci*; *B. Bifidobacteria*) (40).

Las especies distintas de las bacterias del ácido láctico que se están utilizando actualmente en preparaciones probióticas incluyen especies de *Bacillus* y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*). Las especies de *Bacillus* son en su mayoría organismos del suelo; algunos de los cuales se utilizan para la producción de sustancias antibióticas y no son componentes normales de la microflora indígena (41). Los productos de *Bacillus* podrían competir con otras microflora intestinal por nutrientes (42) o podrían producir una sustancia antibacteriana si los productos se alimentaran continuamente. Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* se han usado más y se puede encontrar entre la microflora entérica en animales (43).

Según Vasiljevic (44), para que un organismo sea considerado probiótico debe cumplir los siguientes requisitos:

- Caracterización *in vitro*: a) estabilidad fenotípica y genotípica, b) patrones de utilización de carbohidratos y proteínas.
- Resistencia a la acidez gástrica.
- Resistencia a la bilis.
- Adhesión al epitelio intestinal.
- Resistencia a lisozima (opcional).
- Capacidad de utilizar prebióticos (opcional).
- Ensayos *in vivo* e *in vitro* que demuestren el (los) efecto(s) probiótico(s) adjudicado(s).
- No presentar resistencia a antibióticos ni determinantes de patogenicidad.

### 3.3.2. Modo de acción propuesta para los probióticos

En la literatura científica se proponen varias acciones de los probióticos, aunque no se conocen con exactitud los mecanismos por los que se producen los efectos. Se plantea que estos microorganismos crean un complejo con las bacterias propias del animal para favorecer los mecanismos de defensa, la producción de sustancias antimicrobianas, la disminución del pH intestinal, la reducción del crecimiento de patógenos, la estimulación de la actividad de macrófagos y linfocitos, lo que influye en mejores rendimientos productivos (45). Además, pueden ejercer acción hipocolesterolémica y alteración del metabolismo microbiano y del hospedero, así como estimular la respuesta inmunitaria. A continuación, se profundizará en estos aspectos.

### **Acción hipocolesterolémica**

Aún se encuentran en estudio los mecanismos exactos mediante los cuales los probióticos pueden disminuir los tenores de colesterol. Sin embargo Bengmark (46) planteó que la utilización de *Lactobacillus* facilita la producción de caprostenol (esteroides de colesterol) en el colon y ayuda a reducir sus valores en sangre porque éste se excreta. La FAO/WHO (47) sugiere que las bacterias ácido lácticas provocan aumento en la proporción de sales biliares desconjugadas, las que son menos solubles en agua y más fácilmente excretadas por las heces fecales, por lo tanto, disminuye el retorno al hígado y se incrementa la conversión de colesterol en sales biliares. Otros estudios con probióticos confirmaron que se disminuye la absorción de ácidos biliares lo que tiene efecto inhibitorio en la absorción de micelas de colesterol por el intestino delgado (48).

La inclusión de probióticos en la dieta animal puede incrementar los valores de ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Estos (fundamentalmente ácido propiónico) influyen en la disminución de la concentración de colesterol porque provocan inhibición de la enzima hidroximetilglutaril-CoA reductasa (49). De forma general, los probióticos disminuyen los tenores de colesterol (50), lo que facilita la producción de animales con canales menos nocivas para la salud del consumidor. Sin embargo, es necesario profundizar en la actividad hipocolesterolémica que presentan estos productos para utilizarlos con mayor eficiencia.

### **Supresión de microorganismos patógenos**

Las bacterias lácticas producen una serie de sustancias antimicrobianas entre las que se encuentran el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), el diacetilo, la reuterina, los ácidos orgánicos como el láctico y el acético, y las sustancias de naturaleza proteica conocidas como bacteriocinas, que son péptidos, proteínas o complejos proteicos, producidas por bacterias. Entre estos compuestos se encuentran la nisina, acidolina, bulgaricina, diplococina, lactococina y enterococina, entre otros (51).

La mayoría de los lactobacilos, son capaces de producir  $H_2O_2$  por la oxidación del lactato (52). El peróxido de hidrógeno se produce como mecanismo de protección frente al oxígeno, mediante la acción de oxidasas o NADH (dinucleótido de nicotinamina y adenina) peroxidasas. Al no producir catalasa, el  $H_2O_2$  se acumula en el medio de crecimiento de las bacterias lácticas. La acción bactericida de esta sustancia se atribuye a su efecto altamente oxidante, mediante peroxidación de los lípidos de la membrana y la destrucción de la estructura básica molecular de proteínas celulares (53).

Por otra parte, las bacteriocinas presentan efecto inhibitorio variable. La mayoría actúa contra bacterias Gram positivas, especialmente contra microorganismos relacionados taxonómicamente. Sin embargo, existen bacteriocinas como la acidolina que inhibe bacterias Gram positivas y Gram negativas. Por ejemplo, *Lactobacillus acidophilus*, entre otras muchas especies, puede producir bacteriocinas en altas proporciones con notable efecto contra patógenos como coliformes y bacterias de los géneros *Salmonella* y *Campylobacter*- (54).

## **Alteración del metabolismo microbiano y del hospedero**

La alimentación y el manejo de los animales son los factores que más influyen en la manipulación de su ecosistema gastrointestinal. Así cuando se consumen probióticos se puede alterar el metabolismo microbiano y del hospedero (55). Se plantea que la ingestión de BAL, que producen y liberan enzimas hidrolíticas, puede ayudar a los procesos digestivos de los animales de granja (56).

## **Modulación del sistema inmune**

Adicional al efecto fisiológico en la nutrición, la comunidad microbiana autóctona o alóctona del tracto gastrointestinal desarrolla y modula el sistema inmune del hospedero y es una barrera protectora para combatir infecciones microbianas (57).

Lillehoj (58) planteó que la inmunomodulación puede usarse para suprimir o aumentar la inmunidad del huésped y a su vez es específica o inespecífica. La primera implica alteración en la respuesta del sistema inmune a un estímulo antigénico específico, como la que se obtiene en la vacunación, mientras que la segunda es más general donde el estado de alerta del sistema inmune responde a amplia gama de estímulos antigénicos. Los principales componentes del sistema inmune, que son blancos de este proceso, incluyen a los linfocitos B y T, monocitos y macrófagos, granulocitos y células NK (Natural Killer). Las citoquinas y otras secreciones antimicrobianas también pueden ser objeto de estrategias de inmunomodulación. En este sentido, los probióticos cuando se incluyen en la dieta de los animales pueden producir efectos inmunoestimuladores.

Las bacterias lácticas pueden emitir señales al sistema inmune, a través de los receptores de reconocimiento de patrones de la superficie celular innata o directamente por la activación de las células linfoides. Esta acción puede ser suficiente para modular la respuesta inmune *in vivo* a nivel local y sistémico. La incorporación de las bacterias lácticas, levaduras y otros microorganismos probióticos en la dieta potencian los mecanismos de defensa del intestino de los animales, por lo que pueden ser eficaces en la prevención y en la terapia de infecciones entéricas, la inmunoterapia anti-tumor y antialérgica (59).

Perdigón *et al* (60) concluyeron que *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* sp., *L. bulgaricus*, *L. casei* y el yogur inducen efectos inmunoestimulantes al incrementar el número de células productoras de IgA. Los autores demostraron que estas bacterias lácticas se pueden utilizar como adyuvantes orales e inmunopotenciadores en animales desnutridos, al aumentar las IgA e IgM y producir translocación bacteriana. También, González, Gómez, & Jiménez (61) evaluaron en cerdos lactantes y destetados la actividad probiótica de *Lactobacillus rhamnosus* como aditivo, y señalaron que contribuyó al mejoramiento de los indicadores de salud en el grupo tratado con respecto al control e incrementó la expresión del potencial de crecimiento, al aumentar el peso relativo del timo y el intestino.

La diarrea es una de las causas más frecuentes de pesadez económica. Pérdidas en operaciones porcinas (62). El efecto de *L. reuteri*. contra la diarrea en cerdos se confirmó en varios reportes (63). La incidencia de diarrea fue menor en lechones alimentados con *L. reuteri* I5007 en comparación con un control (64). La *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) es una causa importante de diarrea en cerdos neonatos y destetados (65). Huang *et al.* (66) mostró que una preparación de

complejo nativo de Lactobacilli (incluyendo *L. gasseri*, *L. reuteri*, *L. acidophilus* y *L. fermentum*) podría prevenir eficazmente la diarrea lechón destete cuando se administra antes del desafío con una solución de *E. coli* (serovars K99, K88 y 987P en una proporción de 1: 1: 1). Wang , Yu H, Gao X, Li X y Qiao S (67) informaron que 12,24 y 48 h después del desafío, los cerdos desafiados con *E. coli* tenían diarrea leve y fecales leves puntuaciones. La suplementación de *L. reuteri* I5007 no alivió estos efectos Solo en el día 10, se alimentó *L. reuteri* I5007. Disminuir la aparición de diarreas. Chen *et al* (68) demostraron que el reuteran producido por *L. reuteri* puede prevenir diarrea de lechones al reducir la adherencia de ETEC K88.

Flores, L (69) evaluó un preparado microbiano en dosis crecientes por kg de peso vivo de lechones destetados, concentrado + 5 mL del preparado microbiano/kgPV (equivalente a  $2,0 \times 10^7$  UFC de BAL y  $7,5 \times 10^5$  UFC de levaduras), concentrado + 10 mL del preparado microbiano/kgPV (equivalente a  $4,0 \times 10^7$  UFC de BAL y  $1,5 \times 10^6$  UFC de levaduras), concentrado + 15 mL del preparado microbiano/kgPV (equivalente a  $6,0 \times 10^7$  UFC de BAL y  $2,25 \times 10^6$  UFC de levaduras). Las diarreas se redujeron y los indicadores productivos mejoraron a medida que se eleva la dosis del preparado microbiano y fue superior donde se adicionó 15 mL/kgPV. El comportamiento de los indicadores anteriores, al adicionar el producto en la dieta de los cerdos destetados y al incrementar su dosis, pudieran estar relacionados directamente con las concentraciones de microorganismos empleadas, que es uno de los factores que pueden incidir en la respuesta de los animales (70). Los microorganismos al ser ingeridos deben resistir la acidez gástrica y las sales biliares, que son las primeras barreras que limitan su supervivencia en el ecosistema gastrointestinal (71). Los probióticos deben tener una concentración de  $10^6$ - $10^7$  células  $\text{mL}^{-1}$  o  $\text{g}^{-1}$  para garantizar su eficacia (37). Patil *et. al* (72) concluyeron que el destete en lechones es acompañado de estrés y rendimiento reducido. La alimentación con probióticos puede ser una buena estrategia para combatir estos retos proporcionaría a los científicos mejores opciones, lo que les ayudaría a buscar una nueva opción para el uso y optimización de la alimentación en esta etapa de vida de los cerdos utilizando estos microorganismos vivos de cultivo.

Davis *et al* (73) informaron que la adición de 0,05% de DMF (basado en *B. licheniformis* y *B. subtilis*) mejoran la ganancia diaria de peso y reduce las tasas de mortalidad de cerdos en crecimiento y de finalización. Alexopoulos *et al* (74) demostraron que la suplementación de probióticos (*B. licheniformis* y *B. subtilis*) del alimento mejoró la ingesta de alimento para cerdas y disminuyó la pérdida de peso durante el período de lactancia en granjas comerciales. Reyes *et al* (75) concluyeron que la adición del probiótico *E. faecium* a dietas sorgo-pasta de soya, estándar y con baja proteína, no afecta las variables productivas, las características de la canal, y la concentración de urea en plasma de cerdos en iniciación, crecimiento y finalización. La disminución de la proteína en la dieta no afectó negativamente la respuesta productiva ni las características de la canal; se tiene un efecto benéfico al reducirse la concentración de urea en plasma en cerdos alimentados con dietas con baja proteína. El probiótico utilizado aumenta la población en heces de la bacteria adicionada en la dieta, así como la concentración total de la microflora.

El período neonatal es un momento crítico en la ontogenia de los lechones, debido al hecho de que el sistema gastro intestinal y la inmunidad aún no se ha desarrollado completamente (76). Estas deficiencias dan como resultado una baja resistencia a las enfermedades en los lechones y hacerlos vulnerables a la invasión por microorganismos patógenos. Una infección grave o reacción de estrés en el neonato tiene un impacto negativo en los lechones, afectando así a todo el proceso de individual desarrollo (77). La suplementación de LAB en lechones neonatales puede regular la formación de la microflora intestinal del lechón, beneficiando así

la salud de los lechones (76, 77). Liu *et al* (78) encontraron que la administración oral de *L. fermentum* I5007 en lechones alimentados con fórmula (se dosifica diariamente con  $6 \times 10^9$  UFC / ml de *L. fermentum* I5007. Liu *et al* (78) encontraron que la administración oral de *L. fermentum* I5007 en lechones alimentados con fórmula (se dosifica diariamente con  $6 \times 10^9$  UFC / ml de *L. fermentum* I5007 disuelto en 3 mL de agua con peptona al 0,1 % una vez al día durante 14 días en comparación con solo agua con peptona al 0,1 % en el control grupo) favoreció el desarrollo intestinal y redujo el número de enfermedades potencialmente enteropatógenas *Escherichia* spp y *Clostridium* spp en lechones neonatales. Esto fue consistente con un estudio anterior que muestra que los lechones recibieron LAB (alimentación enteral durante dos días con fórmula con LAB frente a porcino). calostro o grupos de fórmula) tenían una menor densidad del patógeno potencial *Clostridium perfringens* (77). Además, las bacterias comensales de *Lactobacillus* se asociaron más estrechamente con los enterocitos a lo largo del Velloso-cripta en lechones tratados con LAB (77).

Durante el destete, los lechones se enfrentan a una considerable cantidad de estrés psicológico inducido por cambios en la alimentación y el medio ambiente. El LAB puede aliviar el estrés del destete, prevenir la diarrea y promover el crecimiento de lechones durante y después del destete (79, 80, 81); además de mejorar el intestino microbiota de lechones, la inclusión de *Enterococcus faecium* mejoró significativamente el crecimiento y la alimentación Conversión de cerdos al destete (82). Complejos LAB, como una combinación de *E. faecium*, *L. acidophilus*, *Pediococcus pentosaceus* y *L. plantarum* (una dieta basal sin antibióticos o los probióticos se utilizaron como control y los otros tres grupos recibieron la dieta de control suplementada con 600 ppm de uno de los tres complejos LAB diferentes) aumento de la ingesta de alimento y aumento de peso y mejor alimentación conversión (81). Yu *et al* (83) demostraron que *L. fermentum* I5007 (una dieta basal con *L. fermentum* suplementación como grupo experimental frente a una dieta basal sin antibióticos o *L. fermentum* como grupo de control) colonizado y adherido al epitelio GIT forma una membrana protectora contra microbios patógenos a la vez que modulan la inmunidad junto con la promoción de la Expresión de MUC2 y MUC3. Además, *L. fermentum* I5007 exhibió efectos adicionales en aliviar el síndrome de estrés del destete mediante el aumento de los niveles de proteínas involucradas en la energía metabolismo, metabolismo de los lípidos, estructura y movilidad celular, síntesis de proteínas, respuesta inmune, y mejoró el sistema de defensa antioxidante, facilitando así la proliferación celular.

#### 4. Conclusiones

Los datos disponibles de estudios y aplicaciones de probióticos en cerdos indican claramente que estos tienen un gran potencial como alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación de esta especie. Sin embargo, las cepas probióticas no son una sola entidad. Diferentes cepas, incluso de la misma especie, pueden tener diferentes efectos metabólicos que a su vez afectan el rendimiento y el sistema inmunológico del huésped, por lo que es indispensable estudiar el efecto las diferentes especies y cepas individualmente.

#### Bibliografía

1. Davies, P. 2011. Intensive Swine Production and Pork Safety. Foodborne Pathogens and disease. 8: 189-201.

2. Cajarville, C., Brambillasca, S. & Zumino, P. Utilización de prebióticos en monogástricos: aspectos fisiológicos y productivos relacionados al uso de subproductos de agroindustrias y de pasturas en lechones. *Revista Porcicultura Iberoamericana*. 1: 1-11.
3. Maron, D., Smith, T. & Nachman, K. 2013. Restrictions on antimicrobial use in food animal production: an international regulatory and economic survey. *Globalization and Health*. 9: 1-11.
4. Thacker, P. 2013. Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 4: 1-12.
5. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. April 30 and May 1. London Ontario, Canadá. Disponible en: <[http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/en/probiotic\\_guidelines.pdf](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf)>. Consultado, enero 2019.
6. Jurado, H., Romo, S., & Benavidez, V. 2013. Evaluación del efecto probiótico de *Lactobacillus plantarum* en la alimentación de lechones en fase de precebo como una alternativa del uso de antibióticos. *Revista Investigación Pecuaria*. 2: 55-62.
7. FAO. 2014a. Cerdos, Producción y Sanidad Animal. Disponible en: <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>>. Consultado, Enero 2019.
8. FAO. 2014b. Cerdos y producción animal. Producción y Sanidad Animal. Disponible en <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/production.html>>. Consultado, Enero 2019.
9. INEC. 2010. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Estadísticas de la Semana. Resultados Censos de Población. Disponible en <<http://www.inec.gob.ec/cpv/>>. Consultado, Enero 2019.
10. ProChile. 2013. Estudio de Canal de Distribución Carne de Cerdo en Ecuador. Disponible en <[http://www.prochile.gob.cl/wpcontent/blogs.dir/1/files\\_mf/1384531955Ecuador\\_Canal\\_Cerdo\\_2013.pdf](http://www.prochile.gob.cl/wpcontent/blogs.dir/1/files_mf/1384531955Ecuador_Canal_Cerdo_2013.pdf)>. Consultado, Enero 2019.
11. ASPE. (2013). Asociación de Porcicultores del Ecuador. Primer censo porcino 2010. Estadísticas censo porcino 2013. Disponible en <<http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/estadisticas-porcicolas-<2013>>>. Consultado, Enero 2019.
12. Herpin, P., Le Dividich, J., Hulin, J.C., Fillaut, M., De Marco, F. & Bertin, R. (1996). Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *Journal of Animal Science*. 74: 2067-2075.
13. English, R., Smith, W. & Maclean, A. 1985. La cerda: cómo mejorar su productividad. 2ª ed. Ed. El Manual moderno. S.A. México, México. p. 391.
14. Bengmark, S. 1998. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora. *Gut*. 42: 2-7.
15. Lambert, G. 2009. Stress-induced gastrointestinal barrier dysfunction and its inflammatory effects. *Journal Animal Science*. 87: 101-108.
16. Mackie, R. & White, B. 1997. En: *Gastrointestinal Microbiology*. Vol. 1. Gastrointestinal ecosystems and fermentations. Chapman & Hall Microbiology Series. New York, USA. 658 p.
17. Cunningham, H. 1959. Digestion of starch and some of its degradation products by newborn pigs. *Journal Animal Science*. 18: 964-975.

18. Makkink, C., Berntsen, J., Opdenkmp, M., Kemp, B. & Verstegen, M. (1994). Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme, activities and yeyunal morphology in newly-weaned piglets. *Journal of Animal Science*. 72: 2843-2850.
19. Moran, E. 2002. Comparative nutrition of fowls and swine. The gastrointestinal system. office for educational Practice. University of Guelph. Guelph, Ontario, Canadá. p. 253.
20. Easter, R. 1995. Growth, body composition and nutrition. En: *Memorias Curso de Lance*. San José, Costa Rica. p. 17.
21. Hester, N., Comstock, S., Thorum, S., Monaco, H., Pence, D., Woods, J. & Donovan, S. 2012. Intestinal and systemic immune development and response to vaccination are unaffected by dietary (1,3/1,6)- $\beta$ -dG-lucan supplementation in neonatal piglets. *Clinical and Vaccine Immunology*. 19:1499-508.
22. Quiles, A. 2008. Características de la flora intestinal de lechón: Efecto de los probióticos. *Edipor*. 102:19-22.
23. Pluske, J., Hopwood, D. & Hampson, D. 2003. Relación entre la microbiota intestinal, el pienso, la incidencia de diarreas y su influencia sobre la salud del lechón tras el destete. En *memorias: XIX Curso de Especialización FEDNA*. 23-24 de octubre .Madrid, España. p. 96.
24. Reis de Souza, T., Guerrero, M., Aguilera, B. & Mariscal, G. 2005. Efecto de diferentes cereales sobre la morfología intestinal de lechones recién destetados. *Revista Técnico Pecuaria en México*. 43:309-321.
25. Dirkzwager, A., Veldman, B. & Bikker, P. 2005 A nutritional approach for the prevention of Post Weaning Syndrome in piglets. *Journal of Applied Animal Research*. 54: 231-236.
26. Le Dividich, J. & Sève, B. 2000. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments in the piglet. *Domestic Animal Endocrinology*. 19: 63-74.
27. Easter, R. & Ellis, M. 2000. Feeding the growing-finishing pig. In *Memorias: Swine Nutrition Lance Coerce*. San José, Costa Rica. p.7.
28. Campabadal, C. & Navarro, H. 1996. Alimentación de cerdos en desarrollo y engorde para la obtención de máximos rendimientos productivos. En: *INA (Instituto Nacional de Aprendizaje). Capacitación en Alimentación Porcina*. San José (CR): PIITTA CERDOS (Programa de Investigación y Transferencia Tecnológica en Cerdos). p. 59-79.
29. Pond, W. & Maner, J. 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 875.
30. Stahly, T. 1993. Nutrition effects on lean growth, carcass composition. *Fedstuffs*. 65: 764-767.
31. Hollis, G. 1996. Feeding management for all classes of swine. En: *Memorias de LANCE*, San José, Costa Rica. p.22.
32. Fernández, R. 2000. Necesidades nutricionales del lechón. *Porcino Aula Veterinaria*. 55: 39-50.
33. Zert, P. 1979. *Vademécum del Productor de Cerdo*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 423.
34. Schweigert, S. 1994. Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y los productos cárnicos. En:
35. *Ciencia de la Carne y los Productos Cárnicos*. 2ª ed. en español. Editorial. Acribia, S.A. Zaragoza, España. p. 249-277.
36. Lilly, D., Stillwell, R. 1965. Probiotics growth promoting factors produced by microorganisms. *Science*. 147: 747-748.

37. Sanz, Y., Collado, M.C. & Dalmau, J. 2003. Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. *Acta Pediátrica Española*. 61: 476-482.
38. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. April 30 and May 1. London Ontario, Canadá. Disponible en: <[http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/en/probiotic\\_guidelines.pdf](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf)>. Consultado, enero 2019.
39. Dunne, C., L. O'Mahony, L. Murphy, G. Thomson and D. Monissey et al., 2001. In vitro selection criteria for probiotic bacteria of human origin: Correlation with in vivo findings. *Am. J. Clin. Nutr.*, 73: 386S392S.
40. Verdenelli, M.C., F. Gheltà, S. Silvi, C. Orpianesi, C. Cecchini and A. Cresci, 2009. Probiotic properties of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus paracasei* isolated from human faeces. *Eur. J. Nutr.* 48: 355363.
41. Sekhon, B.S. and S. Jairath, 2010. Prebiotics, probiotics and synbiotics: An overview. *J. Phann. Educ. Res.*, 1: 13-36.
42. Jonsson, E. and P. Conway, 1992. Probiotics for Pigs. In: *Probiotics: The Scientific Basis*, Fuller, R. (Ed.). Chapman and Hall, London, pp: 260.
43. Hentges, D.J., 1992. Gut Flora in Disease Resistance. In: *Probiotics: The Scientific Basis*, Fuller, R. (Ed.). Chapman and Hall, London, pp: 87.
44. Mathew, A.G., S.E. Chattin, C.M. Robbins and D.A. Golden, 1998. Effects of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids and performance of weanling pigs. *J. Anim. sci.*, 76: 21382145.
45. Vasiljevic, T. & Shah, N. 2008. Probiotics - from Metchnikoff to bioactive. *International Dairy Journal*. 18: 714-728.
46. Milián, G. 2009. Obtención de cultivos de *Bacillus* spp. y sus endosporas. Evaluación de su actividad probiótica en pollos (*Gallus gallus domesticus*). Tesis presentada para la opción de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba. p. 98.
47. Bengmark, S. 1996. Ecnutrition and health maintenance. A new concept to prevent GI inflammation, ulceration and sepsis. *Clin. Nutr.* 15: 1-10.
48. Shah, N. 2000. Some beneficial effects of probiotic bacteria. *Bioscience Microflora* 19: 99-106.
49. Kiessling, G., Schneider, J. & Jahreis, G. 2002. Long-term consumption of fermented dairy products over 6 months increases HDL cholesterol. *European Journal of. Clinical Nutrition*. 56: 843-849.
50. Hara, H., Haga, S., Aoyama, Y. & Kiriyama, S. 1999. Short-chain fatty acids suppress cholesterol synthesis in rats liver and intestine. *Journal of Nutrition*. 129: 942-948.
51. Nakano, T., Shimuzu, M., Fukushima, M. & Yumiyoshi, S. 1999. Effects of a probiotic on the lipid metabolism of pullet hen as a cholesterol-enriched diet. *Biotechnology Biochemistry*. 63: 1569-1575.
52. González, B., Gómez, M. & Jiménez, Z. 2003. Bacteriocinas de probióticos. *Salus cum propositum vitae*. 4:Abril-
53. Junio. Disponible en:< <http://www.respyn.uanl.mx/iv/2/ensayos/bacteriocinas.htm>>. Consultado: Enero 2019.

54. Ammor, M. & Mayo, B. 2007. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science*. 76: 138-146.
55. Stanier, R., Ingraham, J., Wheelis, M. & Painter, P. 1992. *Microbiología*. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España. p. 195- 197.
56. Belguesmia, Y., Choiset, Y., Prévost, H., Dalgalarrodo, M., Chobert, J.M. & Drider, D. 2010. Partial purification and characterization of the mode of action of enterocin S37: A bacteriocin produced by *Enterococcus faecalis* S37 isolated from poultry feces. *Journal of Environmental and Public Health*. Volume. 2010: 1-8.
57. Nomoto, K. 2000. Immunoregulatory functions of Probiotics. *Bioscience and Microflora*. 19:18.
58. Seifert, H.S. & Gessler, F. (1996). Oral long-term administration of probiotic *B. cereus* an alternative to the prevention of enterotonaemia. *Dtsch Tierarztl. Wochenschr*. 103: 386-389.
59. Guarner, F. 2002. El colon como órgano: hábitat de la flora bacteriana. *Nutrición Hospitalaria*. 2: 7-10.
60. Lillehoj, H. 2007. Mejorando la inmunidad innata de aves a través de nuevas estrategias inmunológicas y genómicas. En: *Memorias del XX Congreso Latinoamericano de Avicultura*. 25-28 de septiembre. Porto Alegre, Brasil. p.53-72.
61. Vendrell, D., Balcázar, J.L, de Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Gironés, O. & Muzquiz, J.L. 2008. Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from lactococcosis by probiotic bacteria. *Comparative Immunology Microbiology Infectious*. 31: 337-345.
62. Perdigón, G.; Alvarez, S.; Nader de Macías, M.E. & Medici, M. 1990. The oral administration of lactic acid bacteria increase the mucosal immunity in response to enteropathogens. *Journal Food Protection*. 53: 404-410
63. González, B., Gómez, M. & Jiménez, Z. 2003. Bacteriocinas de probióticos. *Salus cum propositum vitae*. 4:AbrilJunio. Disponible en:< <http://www.respyn.uanl.mx/iv/2/ensayos/bacteriocinas.htm>>. Consultado, Enero 2019.
64. Fairbrother JM, Nadeau E, Gyles CL. 2005 *Escherichia coli* in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies. *Anim Health Res Rev.*; 6:17–39.
65. Chen XY, Woodward A, Zijlstra RT, Ganzle MG. 2014. Exopolysaccharides synthesised by *Lactobacillus reuteri* protect against enterotoxigenic *Escherichia coli* in piglets. *Appl Environ Microbiol* ;80:5752–5760.
66. Liu H, Zhang J, Zhang S, Yang F, Thacker PA, Zhang G. 2014. Oral administration of *Lactobacillus fermentum* I5007 favors intestinal development and alters the intestinal microbiota in formula-fed piglets. *J Agric Food Chem*; 62:860–866.
67. Francis DH. 2002. Enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in pigs and its diagnosis. *J Swine Health Prod.*;10:171–175.
68. Huang CH, Qiao SY, Li DF, Piao XS, Ren JP. 2004. Effects of *Lactobacillus* on the performance, diarrhea incidence, VFA concentration and gastrointestinal microbial flora of weaning pigs. *Asian-Aust J Anim Sci.*; 17:401– 409.
69. Wang A<sup>1</sup>, Yu H, Gao X, Li X, Qiao S. 2009. On the intestinal and systemic immune responses of healthy and *E. coli* challenged piglets. *Antonie Van Leeuwenhoek.*; 96:89–98.
70. Chen XY, Woodward A, Zijlstra RT, Ganzle MG. 2014. Exopolysaccharides synthesised by *Lactobacillus reuteri* protect against enterotoxigeni *Escherichia coli* in piglets. *Appl Environ Microbiol.*; 80:5752–60.

71. Flores, L.; García, Y.; Proaño, F.; Caicedo, W 2015. *Ciencia Y Agricultura*. 12: 59-70.
72. Kim, E., Hong, H., Hong, N., Choi, K., Hann, Y., Kangwan, N., Chao, Y. & Hahn, K. 2012. Concentrated Probiotics Improve Inflammatory Bowel Diseases Better than Commercial Concentration of Probiotics. *Journal of Food and Drug Analysis*. 20: 292-295.
73. Noriega, L., Gueimonde, M., Sánchez, B., Margolles, A. & de los Reyes, C. 2004. Effect of the adaptation to high bile salts concentrations on glycoside activity, survival at low pH and cross-resistance to bile salts in *Bifidobacterium*. *International Journal Food Microbiol*. 94: 79-86.
74. Patil, A.; Kumar, S.; Verma, A. & Baghel, R 2015. *Livestock Research International*. 3:31-38.
75. Davis, M.E., T. Parrott, D.C. Brown, B.Z. de Rodas, Z.B. Johnson, C.V. Maxwell and T. Rehberger, 2008. Effect of a *Bacillus*-based direct-fed microbial feed supplement on growth performance and pen cleaning characteristics of growing-finishing pigs. *J. Anim. sci.*, 86: 1459-1467.
76. Alexopoulos, C., I.E. Georgoulakis, A. Tzivara, S.R. Khtas, A. Siochu and S.C. Ryriakis, 2004. Field evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores, on the health status and performance of sows and their litters. *J Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 88: 381-392.
77. Reyes, I., Figueroa, J.L.; Cobos, M.A.; Sánchez, M.T.; Zamora, V. & Cordero, J.L. (2012). Probiótico (*Enterococcus faecium*) adicionado a dietas estándar y con baja proteína para cerdos. *Archivos de Zootecnia*. 61:589-598.
79. Hansen, C.H.; Nielsen, D.S.; Kverka, M.; Zakostelska, Z.; Klimesova, K.; Hudcovic, T.; Tlaskalova-Hogenova, H.; Hansen, A.K. (2012) Patterns of early gut colonization shape future immune responses of the host. *PLoS One*. 7, 34043.3050.
80. Siggers, R.H.; Siggers, J.; Boye, M.; Thymann, T.; Molbak, L.; Leser, T.; Jensen, B.B.; Sangild, P.T. (2008). Early administration of probiotics alters bacterial colonization and limits diet-induced gut dysfunction and severity of necrotizing enterocolitis in preterm pigs. *J. Nutr*. 138, 1437-1444.
81. Liu, H.; Zhang, J.; Zhang, S.H.; Yang, F.J.; Thacker, P.A.; Zhang, G.L.; Qiao, S.Y.; Ma, X. (2014) Oral administration of *Lactobacillus fermentum* I5007 favors intestinal development and alters the intestinal microbiota in formula-fed piglets. *J. Agric. Food Chem*. 62, 860-866.
82. Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol*. 66, 365-378.
83. Kanitz, E.; Manteuffel, G.; Otten, W. 1998. Effects of weaning and restraint stress on glucocorticoid receptor binding capacity in limbic areas of domestic pigs. *Brain Res*. 804, 311-315.
84. Ross, G.R.; Gusils, C.; Oliszewski, R.; de Holgado, S.C.; Gonzalez, S.N. 2010 Effects of probiotic administration in swine. *J. Biosci. Bioeng*. 109, 545-549.
85. Malloa, J.J.; Rioperez, J.; Honrubia, P. 2010. The addition of *Enterococcus faecium* to diet improves piglet's intestinal microbiota and performance. *Livest. Sci*. 26, 243-256.
86. Giang, H.H.; Viet, T.Q.; Ogle, B.; Lindberg, J.E. 2010 Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with potentially probiotic complexes of lactic acid bacteria. *Livest. Sci*. 129, 95-103.
87. Malloa, J.J.; Rioperez, J.; Honrubia, P. 2010. The addition of *Enterococcus faecium* to diet improves piglet's intestinal microbiota and performance. *Livest. Sci*. 26, 243-256.
88. Yu, H.F.; Wang, A.N.; Li, X.J.; Qiao, S.Y. 2008. Effect of viable *Lactobacillus fermentum* on the growth performance, nutrient digestibility and immunity of weaned pigs. *J. Anim. Feed Sci*. 17, 61-69.

# ***Evaluación de dos sistemas para mejorar el manejo reproductivo e inseminación artificial, en vacas de leche utilizando la técnica de la ultrasonografía***

*(Evaluation of two systems to improve reproductive management and artificial insemination, in dairy cows using the ultrasonography technique)*

A. Arteaga<sup>(1,2)\*</sup>, B. Arteaga<sup>(1)</sup>

(1) Central Genética la Victoria, biotecnología de la reproducción.  
Cra 3ra No 6-36, Pupiales, Nariño, Colombia.

(2) Agropec certificaciones SAS. Cra. 3ra No 6-28, Pupiales, Nariño, Colombia.

\*Correspondencia. Tel. 57 3155592601. Email: arabe176@hotmail.com

## **RESUMEN**

En este trabajo se comparó una técnica de mejoramiento de la tasa de preñez, versus la tradicional detección visual de celo espontáneo, partiendo desde el punto de vista del bajo desempeño reproductivo actual de la ganadería de leche, provocados por factores como bajos niveles de detección visual de celo lo que lleva a bajas tasas de servicio. El objetivo de este estudio fue evaluar la tasa de preñez en vacas de leche sometidas a dos programas reproductivos de detección de celo para inseminación artificial, que consistieron en: detección visual de calores a celo espontáneo, versus, sincronización de celo mediante la aplicación de prostaglandina en vacas que presentaron cuerpo lúteo, y la suplementación con estrógeno 24 horas después, con el objeto de producir comportamientos de calor más fáciles de identificar, mejorando así la tasa de servicio. Se revisó el tracto reproductivo mediante la técnica de ultrasonografía con transductor multifrecuencia de 7 Mega Hertz, para determinar la aptitud para el servicio, descartando patologías reproductivas después de los 50 días postparto y se estableció el patrón de desarrollo folicular y lúteo óptimo (n=142) para iniciar tratamiento e inseminación artificial, el diagnóstico de preñez se lo realizó después de los 60 días manualmente y con mismo equipo de ultrasonografía, como resultado se obtuvo una tasa

de preñez de 26,3% y 56,0% para los tratamientos detección visual de calor espontáneo, y aplicación de prostaglandina más suplementación con estrógeno respectivamente.

**Palabras clave:** prostaglandina, cipionato de estradiol, tasa de preñez, tasa de servicio.

## **ABSTRACT**

In this work, a technique to improve the pregnancy rate was compared. versus the traditional visual detection of spontaneous oestrus, starting from the point of view of the current poor reproductive performance of dairy farming, caused by factors such as low levels of visual detection of heat, which leads to low service rates. The objective of this study was to evaluate the pregnancy rate in dairy cows subjected to two reproductive heat detection programs for artificial insemination, these consisted of: visual detection of heat to spontaneous estrus, versus induction of proestrus by applying prostaglandin in cows that presented corpus luteum and estrogen supplementation 24 hours later. to produce oestrus behaviors easier to identify, thus improving the service rate, these problems are caused by the high degree of metabolism of reproduction hormones in dairy cows. The reproductive tract was revised using the ultrasonic technique with 7 Mega Hertz multi-

frequency transducer, to determine fitness for service, discarding reproductive pathologies after 50 days postpartum and established the optimal follicular and luteal development pattern (n = 142) to initiate treatment and artificial insemination. the diagnosis of pregnancy was made after 60 days manually and with the same ultrasonography equipment, as a result, a pregnancy rate of 26.3%

and 56.0% was obtained for the treatments visual detection of spontaneous oestrus, and application of prostaglandin plus estrogen supplementation respectively.

**Key words:** *prostaglandin, estradiol cypionate, pregnancy rate, service rate.*

## 1. Introducción

La eficiencia reproductiva es un componente crítico del éxito del manejo de los hatos lecheros ya que la ineficiencia reproductiva es uno de las problemas más costosos de la industria de la lechería hoy en día. La fertilidad de las vacas lecheras en lactancia ha disminuido del 66% en 1951 a cerca del 50% en 1975 y a cerca del 40% a finales de los años 90 y primera década de los años 2000 (1), otros autores afirman también que el desempeño reproductivo en los últimos tiempos ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas de leche y a la baja detección de celos en la mayoría de los sistemas de manejo (2,3). Lo anterior se considera que es causado por la alta producción de leche lo que conlleva al alto grado de metabolismo hepático de hormonas como los estrógenos los cuales se encuentran en bajas concentraciones en vacas lactantes por lo cual la inducción del proestro, estro y la ovulación mediante la aplicación de cipionato de estradiol después de 24 horas de la aplicación de la prostaglandina en el protocolo heathsynch puede ser más activo incrementando las tasas de detección de estro (4). Es de anotar que en este estudio la identificación ecográfica del cuerpo lúteo fue la base para el tratamiento, por lo cual se inició a partir de una fase luteal fisiológica natural previa, de la hembra bovina.

En el manejo lechero actual, se considera que el concepto de la tasa de preñez cada 21 días es un índice confiable del desempeño reproductivo general porque indica la cantidad de vacas preñadas en cada periodo de 21 días (5). Según Ariztisabal citado por Londoño (5), aseveró que uno de los problemas de muchas ganaderías actualmente a nivel mundial, es que la tasa de servicio de sus hatos es muy baja y que lo ideal sería que estuviera por encima del 50% pero la gran mayoría no supera el 30 %, además expresó que la mayoría de las zonas lecheras la tasa de concepción está alrededor del 40 %, la tasa de preñez en gran parte del territorio se mueve entre el 12 y 14 % cuando lo ideal sería que estuviera por encima del 25 % lo que conlleva a aumentar los parámetros reproductivos como los días abiertos y el intervalo entre partos por encima de los óptimos como también es el caso para Ecuador en las localidades de Aloag, Aloasi, Machachi, Tambillo en la provincia de Pichincha en donde están en 160 días abiertos y 465 días en el intervalo entre partos (6), cuando los ideales serian que estuvieran por debajo de los 120 y 420 días respectivamente (5).

Por lo anterior podemos establecer que inseminar las vacas en un periodo corto es muy importante para preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto. Por esta razón nace la idea de establecer un sistema económico aparte de los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) que permita resolver el problema de los días abiertos partiendo de la detección insuficiente de calores, e interpretando la fisiología natural de la reproducción de la hembra bovina de acuerdo a lo encontrado en el momento del control reproductivo utilizando la técnica de la ultrasonografía y que además tenga una buena efectividad en cuanto a la taza de preñez,

comparado con la técnica tradicional de detección visual de calores. Por lo tanto como objetivo general se estableció evaluar la tasa de preñez en vacas de leche sometidas a dos programas reproductivos de detección de celo para inseminación artificial.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Animales y tratamientos

El presente estudio se realizó en 7 ganaderías productoras de leche del departamento de Nariño sur de Colombia durante 6 meses consecutivos, de un total de 142 vacas holstein con días postparto entre 60 y 150 y se las distribuyó en 2 grupos así: **Tratamiento 1 (T1)** n=65 se sometió a los animales a evaluación reproductiva mediante ultrasonografía transrectal con equipo sonoscape sonda endorrectal de 7 megahertz para determinar la aptitud para el servicio descartando patologías ováricas y uterinas para instaurarle tratamiento respectivo a las que era necesario después de los 50 días postparto y se estableció el patrón de desarrollo folicular óptimo para iniciar tratamiento que consistió en identificar la presencia de cuerpo lúteo funcional con folículo mayor a 7 milímetros de diámetro ya que de este estadio se proyecta que el folículo dominante llegue a tamaño preovulatorio de más de 12 milímetros después de la aplicación del inductor (cipionato de estradiol) en donde poseen la mayor cantidad de receptores de LH, y así poder ovular (7,8), en donde a estos animales se les aplicó prostaglandina (0,225 miligramos de D (+) cloprostenol zincrocel chalver), intramuscular (día 0) y crayón en la base de la cola, a las 24 horas después (día 1) se administró cipionato de estradiol vía intramuscular, al día 2 se intensifico la detección de calores hasta el día cuatro, inseminándose animales que mostraron síntomas de celo con el sistema AM-PM basándonos también en el despinte del crayón para mayor ayuda. figura 1. Es de anotar para tener en cuenta que se han reportado ovulaciones gemelares cuando la onda ovulatoria emergió después de la inducción de la luteolisis (9) o de retirar el tratamiento de progesterona (10) por lo cual se debería evitar aplicar la prostaglandina en fase temprana de emergencia folicular, como también en esta fase no lograríamos concentrar calores en un menor rango de tiempo. **Tratamiento 2 (T 2)** tratamiento control n=75 a este grupo de animales solamente se les realizo evaluación reproductiva para descartar problemas reproductivos y realizar tratamientos respectivos con el mismo equipo de ultrasonografía de T1 y se los sometió a detección visual tradicional de detección de celo espontaneo y se los inseminó con el sistema AM-PM durante 4 periodos de 21 días.

Antes de iniciar la presente investigación, de realizó evaluación de las haciendas ganaderas en cuanto al estado y manejo nutricional realizando selección de ganaderías que se encontraban en similitud en este aspecto, de las cuales las que se incluyeron en este estudio cumplieron con este requisito y se las clasificó como del nivel tecnológico medio (factor incluyente).



Fig. 1. Protocolo prostaglandina cipionato de estradiol del tratamiento 1.

## 2.2. *Diagnostico de preñez*

Para evaluar la tasa de preñez, a los animales sometidos a los 2 tratamientos se les realizó diagnóstico de preñez después de los 60 días post-inseminación por medio de palpación rectal y/o ecografía transrectal con el mismo equipo Sonoscape A5 con sonda lineal endorrectal de 7 Megahertz utilizado inicialmente. Este tiempo se determinó para establecer una tasa de preñez más real ya que hasta los 58 días es el tiempo en donde se encuentran mayores pérdidas embrionarias producidas por diferentes causas.

## 2.3. *Inducción del proestro (solamente para Tratamiento 1)*

Una vez identificado a los animales ecográficamente en cuanto al patrón luteal y foliular indicado anteriormente se procedió a la aplicación de la prostaglandina que conlleva la luteolisis del cuerpo lúteo llevando a una caída abrupta de la progesterona, esta caída de las concentraciones de progesterona elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotropinas (LH), consecuentemente, aumenta los pulsos de LH, y en menor grado, la FSH (11), en esta fase la hipófisis secreta aproximadamente 1 pulso de LH cada 60 minutos. El incremento de la frecuencia de los pulsos de LH estimula el crecimiento del folículo dominante que secreta cantidades crecientes de estradiol. A las 24 horas de la aplicación de la prostaglandina, la administración de 1 mg de cipionato de estradiol (CPE) como suplemento exógeno más la adición del estradiol producido por el folículo dominante cuando su madurez lo produzca (estradiol endógeno), por un lado reforzaría la presentación del comportamiento del estro y por otro lado estimularía la liberación del pico de LH desencadenando la ovulación, estos hallazgos concuerda con Miranda (12) quien estableció que estos eventos se producen en un protocolo de IATF después de la luteolisis y del retiro de dispositivo. Según Pancarci (4) en protocolos Heatsynch (d0GnRH; d7Pgf; d8CPE) después de la aplicación del cipionato de estradiol se obtendría una duración de las manifestaciones del estro de 12.5 horas con un promedio de 20.3 montas por estro comparado con el celo inducido por la sola administración de prostaglandina que sería de 7.1 horas en promedio de duración y 8.5 montas evento éste que nos ayudaría a la detección visual de los comportamientos del estro.

La aplicación de 1 mg de cipionato de estradiol después de las 24 horas y no a las cero horas de la prostaglandina, nos prolongaría la fase de proestro produciendo un crecimiento final y una maduración adecuada para los folículos jóvenes de 7 mm de diámetro en ausencia de progesterona, evitando así la ovulación de un folículo inmaduro, esta hipótesis se la estableció de acuerdo a lo descrito por Day (13), quien afirma que existe un análisis acumulado de varios estudios y han demostrado que el predictor más consistente de preñez en vacas *Bos taurus* fue la duración del proestro, en lugar del diámetro del folículo. También se ha demostrado que las vacas con el proestro largo tienen un folículo más grande que induce un cuerpo lúteo de mayor tamaño, con mayor producción de progesterona y mayor tasa de preñez (14).

## 2.4. *Análisis estadístico*

El análisis estadístico de los resultados del presente experimento se hizo mediante un análisis de varianza de un solo factor para los tratamientos y de esa manera identificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las tasas de preñez mediante el programa estadístico de EXCEL, la separación de medias se hizo mediante la prueba de Turkey mediante el programa estadístico informático OriginPro8. En donde se planteó las siguientes hipótesis: **H<sub>0</sub>**

**hipótesis nula.** Las medias son iguales cuando la probabilidad (0,001414) es mayor a 0,5. **H hipótesis alterna.** Las medias son diferentes cuando la probabilidad (0,001414) es menor a 0,5. Con base en el resultado de anova se encontró que en el paquete estadístico hay una diferencia estadística significativa entre los 2 tratamientos en favor del T1 que combina las 2 hormonas reproductivas (prostaglandina y cipionato de estradiol). En cuanto a la separación de medias de la prueba de Turkey indica que T1 es significativamente mejor que el T2 con un nivel de confianza del 0,05 pues el diseño se ajusta y el ANOVA corresponde al modelo para comparar las medias de los tratamientos,

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Tratamiento 1

Del total de las hembras del presente estudio en el tratamiento 1 (n=66) el 84,8 % (37 animales) presentó comportamiento característico del estro los cuales fueron inseminados, a este valor lo consideramos como la tasa de servicio, de estos animales se confirmó el 66,0 % de animales preñados (37 animales) valor considerado como tasa de concepción a los 66 días post inseminación (medio manual y/o ecográfico) lo que nos establece una tasa de preñes de 56 % Tabla 1.

Tabla 1. Resultados tratamiento 1

Factor	n	%	Nivel ideal*
Animales tratados	66	100	
Animales en celo e IA	56	84,8(Ts)	>50%
Animales sin celo	10	15,2	<50%
Tasa de concepción	37	66,0 (Tc)	>50%
Tasa de preñez		56 (Tp)	>30%

\*Aristizabal y Londoño (2013).

##### 3.1.2. Tratamiento 2

De la población total de los animales sometidas a este tratamiento de inseminación artificial a celo espontaneo detectado (n=76). Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 2. Resultados tratamiento 2

Factor	n	%	Nivel ideal*
Animales tratados	76	100	
Animales en celo e IA	28	36,8 (Ts)	>50%
Animales sin celo	48	63,1	<50%
Tasa de concepción	20	71,4 (Tc)	>50%
Tasa de preñez		26,3 (Tp)	>30%

\*Aristizabal y Londoño (2013).

#### 3.2. Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos según Londoño (5), se pudo afirmar que el resultado de esta investigación en el T1, en cuanto a la tasa de servicio o de detección de celo (84.8%) está en nivel muy bueno, ya que está superior al ideal del 50%, lo mismo para la tasa de concepción superior al 40 % y la tasa de preñez superior al 20%, lo contrario ocurre para T2 en donde los parámetros reproductivos están muy bajos, por lo tanto la sincronización de calores mediante la aplicación de prostaglandina y la suplementación con cipionato de estradiol conlleva a mejorar el desempeño reproductivo de vacas productoras de leche.

En un estudio reciente utilizando estradiol exógeno (ECP o EB vs. sin estradiol), las concentraciones más altas de estradiol en el período preovulatorio inducidas por el tratamiento, también se relacionaron a menores pérdidas embrionarias en el período entre el reconocimiento materno de la gestación y la implantación. Una interpretación de este dato sería que los embriones en vacas que no recibieron estradiol durante el proestro/estro murieron entre el reconocimiento materno de embarazo (día 17-21) y la confirmación del embarazo mediante ecografía del día 29 (15), por lo tanto en esta investigación se podría establecer que con ésta suplementación con cipionato de estradiol las pérdidas embrionarias disminuirían por lo que la tasa de concepción encontrada para el tratamiento 1 en este trabajo fue buena.

Por otra en bovinos de carne y leche está demostrado que existe una alta incidencia de muerte embrionaria durante las primeras tres semanas luego de la fertilización. Si bien en este período el embrión es responsable de su propia sobrevivencia ya que debe inducir el reconocimiento materno de la gestación mediante una adecuada señalización, el pasaje de los primeros estadios embrionarios hasta la etapa de concepto depende exclusivamente de las secreciones oviductales y uterinas (14), este proceso de secreción secuencial a lo largo de los primeros días luego de la fertilización es programado por la exposición a los estrógenos durante la fase folicular (proestro/estro), y a la acción de la progesterona durante la fase luteal temprana. Tanto la producción de estrógenos como la de progesterona subsecuente es determinada por el desarrollo folicular preovulatorio, justamente durante la fase folicular (14). Este período para simplificar la terminología es nombrado como proestro, un buen desarrollo del folículo preovulatorio determina una mayor producción de estrógenos, y también el tamaño y la actividad del cuerpo lúteo subsiguiente. A su vez, la producción de estrógenos en este período preovulatorio, programa la presencia de receptores de progesterona a nivel endometrial, necesarios para que dicha hormona ejerza su acción sobre las secreciones (histotrofo) y el ambiente uterino durante el desarrollo embrionario. Por todo esto, las condiciones preovulatorias afectarán positivamente o negativamente la actividad luteal subsecuente, el ambiente uterino y el desarrollo embrionario temprano, y de esta manera pueden determinar el éxito o el fracaso en el establecimiento de la gestación (16).

En cuanto al comportamiento del calor, se observó que el 84.8 % (56 animales) de las vacas que mostraron comportamiento de estro (de 66 animales) iniciaron celo a las 24 horas de aplicado el cipionato de estradiol y en su mayoría fueron inseminadas en un rango de 36 a 48 horas después de la aplicación del cipionato de estradiol, el 15,2 % de los animales identificados en celo 8 iniciaron calor a las 12 horas de la aplicación del cipionato de estradiol y fueron inseminadas a las 24 horas de la aplicación del mismo, estos resultados nos indican que existió una gran concentración de calores entre las 12 a 36 horas de aplicado el cipionato de estradiol con inseminación artificial entre 24 y 48 horas después, lo que nos facilitó la intensificación en cuanto a la detección de celos se refiere, así como también se observó las características de comportamiento de celo más acentuadas, lo que no ocurrió en T2 en donde los calores no se concentraron en un periodo de tiempo más corto sino que al contrario se distribuyeron por todo el periodo del ciclo estral, lo que dificultó así la detección.

Resultados similares se han obtenido con la administración de ECP al retirar el dispositivo, con resultados favorables en la funcionalidad uterina que indicarían que el estradiol no solo mejora la tasa de ovulación o mejora la sincronía de la misma, sino que también prepara al endometrio para un mejor desempeño (16). el efecto benéfico del proestro prolongado se ha asociado con concentraciones más altas de estradiol circulante antes de la ovulación y mayores

concentraciones de progesterona en la fase luteal subsiguiente, especialmente en aquellas vacas que no ovulan después de la primera GnRH en protocolos ovsinch (17).

Por la importancia de la presencia de los estrógenos en fase de proestro, es importante tener en cuenta el alto grado de metabolismo de los mismos ocasionado por la presencia de enzimas hepáticas tipo reductasas  $5\alpha$  y  $5\beta$ , de esta forma el elevado flujo sanguíneo hepático aumenta el metabolismo de esteroides en el hígado (18) disminuyendo las concentraciones plasmáticas y uterinas conllevando a los problemas anteriormente indicados. Se ha establecido algunas propuestas de tratamientos potenciales con la cual se intenta suplementar con estradiol en fase de proestro para mejorar la fertilidad baja en vacas lecheras de alta producción por las cuales pueden ser evaluadas usando una suplementación sostenida y controlada de estradiol así como una actividad en disminución de las enzimas hepáticas específicas que metabolizan esteroides (19), por lo tanto por los resultados de éste estudio, se hace necesario la aplicación de sal de estrógeno como suplemento.

En cuanto al análisis económico se refiere, en comparación con los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en el tratamiento 1 de este trabajo el kit hormonal fue menor, por lo tanto los costos que se deben asumir para la implementación de ésta tecnología a nivel de ganaderías a nivel comercial son más bajos.

#### 4. Conclusiones

La incorporación de tecnologías actuales como la ultrasonografía han permitido apoyar los programas de manejo y control reproductivo del ganado bovino, la ecografía reproductiva se la ha utilizado ampliamente en el estudio de los diferentes aspectos de la función reproductiva de la vaca, lo que incluye detección temprana de vaca vacía y su rápido retorno al servicio, dinámica folicular ovárica y elección de los programas de sincronización de celo y sincronización de la ovulación, diagnóstico de patologías de ovarios y útero entre otras. Ha sido esta tecnología con la que en el presente estudio nos permitía evaluar el patrón de la dinámica folicular ovárica y luteal, para aplicar el tratamiento de sincronización. En los últimos años el desempeño reproductivo de los rodeos de leche ha venido disminuyendo debido a la alta producción de leche que conlleva a un mayor metabolismo de las hormonas responsables de la reproducción y éste ha sido el motivo por el cual nos ha direccionado a buscar alternativas de solución al problema, como ha sido la necesidad de incorporar nuevos tratamientos hormonales que faciliten la inseminación artificial o servicio natural con lo cual se partió de idea de evaluar el uso del cipionato de estradiol después de la aplicación de la prostaglandina habiendo una mejora significativa en los parámetros reproductivos como es la tasa de preñez (51%) ( tasa de servicio X tasa de concepción).

Para la implementación de este sistema de sincronización de celo se recomienda primero que todo, establecer un plan de nutrición y manejo de praderas que permita garantizar suministro de alimento suficiente para el funcionamiento adecuado de los órganos productivos y reproductivos de los animales. Es necesario tener una buena destreza y conocimiento en el manejo del equipo de ultrasonografía para poder evaluar la dinámica folicular ovárica y su interpretación fisiológica para identificar los animales que se encuentren en el punto óptimo de inicio del tratamiento evitando así errores. Cuando se usa ultrasonido para diagnostico temprano de preñez, se debe enfatizar en las vacas no preñadas en lugar de las preñadas y buscar la alternativa para retornarlas al servicio lo más pronto posible (tratamientos hormonales). En

cuanto al uso del cipionato de estradiol se debe manejar la dosis terapéutica exacta ya que la sobredosificación en exceso acarrea con disfunciones a nivel ovárico.

### **Conflicto de intereses**

Confirmamos que no hay conflictos de interés conocidos asociados con esta publicación y que no ha habido un apoyo financiero significativo para este trabajo que pudiera haber influido en su resultado.

Confirmamos que el manuscrito ha sido leído y aprobado por todos los autores nombrados y que no hay otras personas que cumplan con los criterios de autoría pero que no estén en la lista. Además, confirmamos que el orden de los autores que figuran en el manuscrito ha sido aprobado por todos nosotros

### **Bibliografía**

1. Kristula M, Bartholomew R, Galligan D. 1992. Effects of the prostaglandin F2a synchronization program in lactating dairy cattle. *J Dairy Sci.* 75: 2713-2718.
2. Lucy MC. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will it End?. *J Dairy Sci.* (internet).2004 (citado enero 10 de 2019). 84: 6. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(01\)70158-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(01)70158-0/pdf)
3. Wiltbank M, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S, Gumen A (2006). Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriotechnology* (internet) 2006 (citado enero 15 de 2019): 65. 17-29. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16290258>
4. Pancarci S, Jordan E, Risco C, Schouten M, Lopes F, Moreira F and Thatcher W (2002). Use of Estradiol Cypionate in a Presynchronized Timed Artificial Insemination Program for Lactating Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 85:122–131.
5. Londoño J. Importancia económica de la reproducción. Seminario en actualización en reproducción bovina. Cryogen julio 2017. Seminario llevado a cabo en la XXII agroexpo Corferias Bogotá, Colombia.
6. Analuisa I. Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de diez hatos lecheros de aloag, aloasi, machachi y tambillo en la provincia de Pichincha. (Tesis). Riobamba: ESPOCH; 2008.
7. DesCôteaux, L. Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography. 1: 1ra ed. Iowa USA: Wiley-B.ackwell; 2010.
8. XU, Z., Garverick, A., Smith, G., Smith, M., Stacey, A., Hamilton S, and Youngquist R. (1995). Expression of Follicle-Stimulating Hormone and Luteinizing Hormone Receptor Messenger Ribonucleic Acids in Bovine Follicles during the First Follicular Wave 1. *Biology of reproduction.* 53: 951-957.
9. Kastelic JP, Knopf L & Ginther O 1990. Effect of day of prostaglandin F2a treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *Animal Reproduction Science.* 23: 169–180.
10. Savio J, Thatcher W, Badinga L, de la Sota R & Wolfenson D 1993<sup>a</sup>. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *Journal of Reproduction and Fertility.* 97: 197–203.
11. Kastelic JP, Ginther OJ (1991). Factors affecting the origen the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. *Anim reprod Sci.* 16: 13-24.

12. Miranda, S. (2016). Evaluación de diferentes dosis de cipionato de estradiol en un protocolo de iatf sobre el porcentaje de preñez en vacas con cría en el semiárido de san Luis. (tesis de postgrado). Universidad nacional de Córdoba, facultad de ciencias agropecuarias, escuela para graduados instituto de reproducción animal córdoba (irac)
13. Day M. (2015). State of the art of GnRH - based timed AI in beef cattle. *Animal Reproduction*. 12: n.3, 473-478.
14. Binelli M, Pugliesi G, Batista E, Martins T, Lopes E, Sponchiado M, Gonella-Diaza A, Oliveira M, Rodrigues M, de Oliveira Cardoso B, Mello B, Gomes N, Latorraca L, Cuadros F. (2017). Programação da receptividade uterina e fertilidade em vacas de corte. *Reproduction animal*. 41: 121-129.
15. Madsen C, Perry G, Mogck L, Daly R, MAcNeil M, Geary T (2015). Effects of preovulatory estradiol on embryo survival and pregnancy establishment in beef cows. *Anim Reprod Sci*.158: 96–103.
16. Menchaca , A., Núñez, R., García, C, Cuadro,F., Bosolasco, D., Fabini F., Dutra, S. de la Mata, J., S3 Y G. Bó. Efecto de la prolongación del proestro en la fertilidad de los programas de IATF. En: Mariana Caccia. Editor. Resúmenes del 12 simposio internacional de reproducción animal. 2017 agosto 30 y 31 y septiembre 1: Córdoba Argentina: p. 192-217
17. Bridges G, Mussard M, Hesler LA, Day M. 2014. Comparison of follicular dynamics and hormone concentrations between the 7-day and 5-day CO-Synch + CIDR program in primiparous beef cows. *Theriogenology*. 81: 632–638.
18. Sangsritavong S.; Combs D. K.; Sartori R.; Armentano L. E.; Wiltbank M. C., 2002: High Feed Intake Increases Liver Blood Flow and Metabolism of Progesterone and Estradiol-17 $\beta$  in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 85: 2831-2842.
19. Wiltbank M, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S, Gümen A. 2005. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*. 65: 17-29.

# *Cadena agroproductiva del cultivo de mora en la parroquia el altar, Chimborazo - Ecuador*

*(Blackberry crop agroproductive chain in el altar parish, Chimborazo - Ecuador)*

G. Fonseca<sup>(1)\*</sup>, J. Haro<sup>(2)</sup>, A. Inca<sup>(3)</sup>, P. Abdo<sup>(4)</sup>

(1) Docente de la Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(2) Instituto de Investigaciones, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(3) Coordinador Académico Unidad de Admisión y Nivelación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(4) Docente de la Unidad de Admisión y Nivelación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\* Tel: +593958990984 E-mail: gabriela.fonseca@esPOCH.edu.ec (Gabriela Natalí Fonseca Romero)

## **RESUMEN**

Ecuador es un país considerado eminentemente agrícola, esta actividad es primordial en el eje de desarrollo del país en especial en el ámbito económico como en la seguridad alimentaria. El Ecuador atraviesa un cambio de la estructura productiva, donde su objetivo principal es la sustitución de importaciones por exportaciones, y así también la generación de valor agregado, dentro de la cual está inmersa la agricultura, como parte de la dinamización de territorios rurales. Dicha actividad cumple un rol primordial en el desarrollo económico del país, el mismo que está estrechamente relacionado con el cambio de la estructura productiva y consecuentemente con sus cadenas de producción. El Altar es una parroquia rural del cantón Penipe, provincia de Chimborazo, la misma que por su ubicación geográfica, posee varios climas desde el subtropical hasta el frío del páramo, esto ha permitido el desarrollo de la agricultura, siendo el cultivo de “mora” una actividad fundamental a la cual se dedican los habitantes de la parroquia. Es así que, a partir del análisis de la demanda, análisis de la competencia y cálculo de la demanda objetiva, se determina la aceptación que tienen las familias de Riobamba para consumir la mora de la parroquia El Altar, así también la posibilidad que tienen los productores de la parroquia para ampliar su nicho de mercado, y la rentabilidad que obtiene el vendedor al

comercializar este producto, en base a éste análisis y partiendo del modelo territorial actual, desde un enfoque netamente de producción, se diseña una propuesta de un modelo de gestión, mismo que tiene como objetivos: mejorar la producción agrícola, generar valor agregado a la producción de mora e introducir nuevos mercados para su comercialización.

**Palabras claves:** *Agroproductividad, desarrollo, económico, mora, El Altar.*

## **ABSTRACT**

Ecuador is a country considered primarily agricultural, this activity is paramount in the axis of development of the country, especially in the economic sphere as in food security. Ecuador is going through a change in the productive structure, where its main objective is the substitution of imports for exports, as well as the generation of added value, within which agriculture is immersed, as part of the revitalization of rural territories. This activity plays a key role in the economic development of the country, which is closely related to the change of the productive structure and consequently to its production chains. The Altar is a rural parish of Penipe canton, province of Chimborazo, the same that by its geographical location, has several climates from the subtropical to the cold of the páramo, this has allowed the development of agriculture, being the cultivation

of “mora” a fundamental activity to which the inhabitants of the parish dedicate themselves. Thus, from the analysis of the demand, analysis of the competition and calculation of the objective demand, the acceptance that the Riobamba families have to consume the arrears of the El Altar parish is determined, as well as the possibility that the producers of the parish to expand its market niche, and the profitability obtained by the seller when marketing this product, based on this analysis

and based on the current territorial model, from a purely production approach, a proposal for a model of management, which aims to: improve agricultural production, generate added value for the production of arrears and introduce new markets for marketing.

**Keywords:** *Agroproductive, development, economic, blackberry, El Altar.*

## 1. Introducción

La pobreza de acuerdo con Spicker (2009), tiene cuatro puntos de vista, teniendo en cuenta la parte material, se asocia directamente con la falta de recursos que permitan tener un nivel de vida digno, aquí se incluye conceptos como: necesidad, patrón de privaciones y limitación de recursos; desde el punto de vista económico, la pobreza se mide con el ingreso en términos de nivel de vida, desigualdad y posición económica; desde las condiciones sociales, lo cual se centra en la forma de vida de la población de acuerdo con la clase social, el grado de dependencia, la carencia de seguridad básica, la ausencia de titularidades y la exclusión y finalmente desde el juicio moral, en el cual las personas son pobres si se juzga que sus condiciones materiales son moralmente inaceptables. Echeverría (2011), manifiesta que “la pobreza rural es más aguda que la urbana y parece más difícil de superarla”. En este sentido, tomando en cuenta a la población rural, Zegarra & Tuesta (2009), afirman que el desarrollo agrícola y su relación con la población urbana, es que la desigualdad del ingreso de la población rural no ha mejorado sino ha tendido a un decrecimiento. Por su parte Klein (2012), sostiene que “la pobreza rural se genera por la informalidad y la precariedad en el empleo”.

El sector pobre de la economía del mundo se encuentra en las zonas rurales quienes conforman las tres cuartas partes de los mil doscientos millones de pobres existentes en el mundo (IFAD, 2001). Actualmente en América Latina, el Ecuador no es la excepción y se han venido aplicando varios modelos de desarrollo rural Castillo & Quevedo (2016). El Ecuador se enfoca en un modelo de desarrollo incluyente y sostenible llamado “El Buen Vivir”, que se centra en el bienestar y los derechos humanos de los ciudadanos, fundamentado en 4 variables: económico, ambiental, social y cultural Castillo & Quevedo (2016). Por otro lado, Formichella & Massigoge (2004), manifiestan que el desarrollo local de un territorio se propicia al aumentar las cualidades emprendedoras de la comunidad, aumentando así la aparición de nuevas e innovadoras iniciativas, facilitando la tarea de los agentes de desarrollo y permitiendo así la generación de proyectos y la formación de redes sociales. De tal manera, el desarrollo debe ser entendido desde una visión integral con múltiples escenarios, generando en los pobladores locales capacidades que les permitan realmente tener alternativas de mejora ancladas al Buen Vivir.

En la mayoría de los países latinoamericanos la economía depende de la producción y comercialización de productos agrícolas, los principales rubros son: frutas y hortalizas. Ayala et al., (2013). En el Ecuador el cultivo de mora es uno de los frutales más importantes debido a las características agroecológicas y climáticas bastante aptas para la producción de esta especie que puede cosecharse en ciclos continuos todos los meses del año, esta particularidad proporciona una ventaja sobre los mayores productores a nivel mundial Morillo (2011). Las familias ecua-

torianas, tienen un alto consumo de esta fruta, gracias a esto su demanda es alta especialmente en las provincias de la costa. Para exportar la mora de castilla es necesario tener en cuenta las exigencias que debe reunir el fruto, como ausencia de residuos de pesticidas, empaque adecuado, ausencia de plagas y enfermedades y una buena presentación. MAGAP (2013).

Para lograr un buen desarrollo comunitario según Ander-Egg (1982), se requiere de una participación de las comunidades rurales en programas y proyectos que permitan mejorar el nivel de vida, eso implica el apoyo de los gobiernos, que fomenten leyes para formar un esquema de desarrollo eficaz, viable y equilibrado. Bonales (2007), manifiesta que es necesaria una institucionalidad y normatividad legal que promueva una serie de factores económicos, sociales, culturales y políticos determinados, de esta forma los procesos de desarrollo local tienen mayor posibilidad de generarse. Morán (2008) por su parte sugiere que no cabe la duda que la participación decidida de todos los actores en este proceso, va a viabilizar el éxito en esta materia y que las zonas y regiones más vulnerables se conviertan en verdaderas empresas agrícolas productivas de desarrollo. Por otro lado, Fonseca et al., (2017) menciona que el desarrollo debería ser concebido desde una visión holística donde intervengan todos los actores.

Los países de América Latina han unido fuerzas entre el Estado, el capital nacional y los diferentes sectores de la sociedad, cuyo objetivo se enfoca en construir una base económica que impulse un desarrollo endógeno Añez (2007). El Estado ecuatoriano debe asumir un papel más activo en todas las esferas de la sociedad, imponiendo leyes en el sistema político, en la economía y en las políticas sociales que suponen un cambio en la matriz productiva del país. Prada (2016). En éste contexto el gobierno del Ecuador ha adoptado medidas económicas que permitan seguir el rumbo establecido para mejorar dichas políticas, la misma que según Senplades (2012) son la forma cómo se organiza la sociedad para producir determinados bienes y servicios sin que se limiten a los procesos estrictamente técnicos o económicos, sino que también fomenten una interacción entre los distintos actores sociales que se benefician de los recursos de los que disponen para realizar actividades productivas.

Por otro lado, Tejada (2003) manifiesta que una adecuada búsqueda de nuevas perspectivas en el desarrollo de organizaciones va a permitir realizar una buena gestión, se han planteado estrategias o modelos de gestión que aseguren un mejor desarrollo organizacional. Otra estrategia para este desarrollo es incorporar cadenas productivas que de acuerdo a Álvarez et al., (2005) define como un sistema que involucra a los agentes económicos interrelacionados por el mercado, que participan en un mismo proceso productivo, desde la provisión de insumos, la producción, la conservación, la transformación, la industrialización y la comercialización hasta el consumo final de un determinado producto. Finalmente, Poli (2005), menciona que las cadenas productivas o redes contribuirán a una debida integración sectorial con el de objeto promover y desarrollar en políticas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas para impulsar su crecimiento y consolidación a nivel nacional.

Bajo este contexto el presente artículo tiene como objetivo analizar la demanda, analizar la competencia, calcular la demanda objetiva, para determinar la aceptación que tienen las familias de Riobamba para consumir la mora de la parroquia El Altar, la posibilidad que tienen los productores de la parroquia para ampliar el mercado y la rentabilidad que obtiene el vendedor al comercializar este producto, y a partir de esto diseñar un modelo de gestión que permita coadyuvar al desarrollo económico y social de dicha parroquia en relación a éste fruto.

## **2. Metodología**

### *2.1. Análisis de la demanda*

La población de estudio tomada para la investigación está compuesta por las familias de estrato medio y bajo de la ciudad de Riobamba. Este dato de la población se consideró debido a que el nivel socioeconómico alto (nivel A) realiza sus compras en centros comerciales de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2011).

En concordancia con los datos obtenidos a través del INEC (2010), en la ciudad de Riobamba existen 162.575 habitantes, realizando un análisis del promedio de personas por hogar publicado por el INEC (2010) que es de 3,78 tenemos un total de 43.000 familias, de las cuales según la encuesta de estratificación el 83,3% corresponde a un nivel socioeconómico medio (nivel B, C+, C-), y el 14,9 % corresponden a un estrato bajo (nivel D) existiendo por lo tanto 42.226 familias. De esta forma se estableció la muestra, misma que fue calculada con un error del 8% y con un valor de confianza igual a 2, con una probabilidad de ocurrencia y no ocurrencia de 50%, obteniendo como resultado 156 personas a ser encuestadas.

La técnica de investigación utilizada fue la encuesta que permitió la recolección de la información y el instrumento empleado para recabar información fue el cuestionario.

### *2.2. Análisis de la competencia*

La competencia se consideró a los productores de mora que comercializan su producto en el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba. La técnica de investigación utilizada fue la entrevista que permitió la recolección de la información y el instrumento empleado para recolectar la información fue la guía de entrevista.

### *2.3. Determinación de la demanda total, potencial, insatisfecha y objetiva*

La demanda total es el universo de estudio ( $DT=U$ ), la demanda potencial fue obtenida mediante la ecuación: ( $DP=DT*AM$ ), es decir la relación entre la demanda total y el porcentaje de aceptación del mercado. Así también la demanda insatisfecha resulta del cálculo entre la demanda potencial y la diferencia de la competencia ( $DI=DP-C$ ). Mientras que la demanda objetiva se calculó entre a la demanda insatisfecha y el porcentaje de captación del mercado ( $DO=DI*AC$ ). Las proyecciones se realizaron utilizando el método de incremento compuesto cuyo modelo matemático es:  $C_n = C_0 (1 + i)^n$ . El consumo aparente por familias se determinó de la división de la demanda objetiva en períodos de tiempo.  $DT=$  Demanda Total;  $U=$  Universo de estudio;  $DP=$  Demanda Potencial;  $AM=$  % de aceptación del mercado;  $DI=$  Demanda Insatisfecha;  $C=$  Competencia,  $DO=$  Demanda Objetiva;  $CM=$  % Captación del mercado.

$C_n$  = clientes proyectados;  $C_0$  = clientes iniciales (demanda objetiva inicial);  $i=$  incremento de la población;  $n=$  año proyectado.

### *2.4. Modelo territorial actual*

Para diseñar el modelo territorial actual se empleó la técnica de la entrevista a los presidentes de las comunidades de la parroquia El Altar: Asacucho, Ayanquil, Ganshi, Palictahua, Pachanillay y Utuña, así también se recabó información a través de autoridades del Gobierno

Autónomo Descentralizado Parroquial Rural El Altar. El instrumento empleado para recabar información fue la guía de entrevista.

### 2.5. *El modelo de gestión propuesto*

El modelo de gestión propuesto se diseñó mediante la metodología Investigación Acción – Participativa (IAP) según Orlando Fals Borda (2008) y Paulo Freire (1973). Para lo cual se utilizó la técnica de grupos focales con la participación real de las comunidades implicadas, en sentido horizontal, de crecimiento mutuo y aprendizaje conjunto, donde se reconoce el aporte que puede dar cada persona dentro del proceso. El instrumento empleado fueron los talleres.

## 3. **Resultados y Discusión**

### 3.1. *Análisis de la demanda*

#### **Preferencia de consumo de mora**

Tabla 1. Preferencia de consumo de mora

Opciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Si	144	92
No	12	8
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

#### **Conocimiento de consumo de mora producida en la parroquia El Altar**

Tabla 2. Conocimiento de consumo de mora producida en la parroquia El Altar

Opciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Si	13	8
No	31	20
Desconoce	112	72
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

#### **Aceptación de compra de la mora producida en la parroquia El Altar**

Tabla 3. Aceptación de compra de la mora producida en la parroquia El Altar

Opciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Si	137	88
No	19	12
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

## Frecuencia de consumo de mora

Tabla 4. Frecuencia de consumo de mora

Opciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Diario	8	5
Semanal	47	30
Quincenal	78	50
Mensual	23	15
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

## Cantidad de consumo semanal de mora

Tabla 5. Cantidad de consumo semanal de mora

Opciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Menos de 1 Kg.	98	63
1-2 Kg.	42	27
3-4 Kg.	14	9
más de 4 Kg.	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

## Precio de libra de mora

Tabla 6. Precio de libra de mora

Opciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
\$ 1	80	51
\$ 1,25	68	44
\$ 1,50	8	5
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

La mora es un fruto que se caracteriza en especial por su sabor ácido, por éstas características tiene una gran aceptación en el mercado, un 92% de los compradores gustan del consumo de esta fruta (cuadro 1). Con relación a la comercialización de mora de la parroquia El Altar, los consumidores en un 72% no conocen que la mora que compran proceda de la parroquia El Altar (cuadro 2), pero el 88 % de los mismos les gustaría consumir la mora que se produce en dicha parroquia (cuadro 3). Los hogares riobambeños en su mayoría (cuadro 4) consumen este fruto con una frecuencia quincenal y lo hacen con una cantidad de consumo menos a 1 Kg. por semana (cuadro 5). En lo referente al precio de la libra de mora un 51% paga un valor de \$1, mientras un 44% pagaría hasta \$1,25.

### 3.2. Análisis de la competencia

Tabla 7. Análisis de la competencia

NOMBRE	PRECIO AL QUE VENDEN LA CAJA DE MORA	VARIEDAD DE MORA QUE CULTIVAN	HECTÁREAS DE CULTIVO DE MORA	JORNAL POR HECTÁREA QUE REA QUE CON-TRATAN PARA LAS ACTIVIDADES DE CULTIVO	RECL-PIENTES UTILIZAN PARA CO-SECHAR LA MORA	¿EFECTIVA ALGUN TIPO DE ALMA-CENA-MIENTO DESPUES DE LA CO-SECHA?	¿A QUIEN VENDE SU PRODUCCIÓN?	ÉPO-CA DE MAYOR PRODUCCION	FERTILIZACION UTILIZADA PARA EL CULTIVO	NÚMERO DE CAJAS ENTRE-GADAS A LOS VEN-DEDORES SEMA-NALMEN-TE	NÚMERO DE FAMILIAS A LAS QUE VENDEN LA MORA ANUAL-MENTE	
SAN LUIS	\$6,00	Castilla con espino/ Castilla sin espino	80	3	Caja de madera/ Tarrina	Si	Intermedia-rios	Octubre-Diciembre	Mixta(quími-co-orgánico)	50	7200	
CHILLANES	\$5,50	Castilla con espino/ Castilla sin espino	50	3	Balde	No	Intermedia-rios	Enero-Mar-zo	Mixta(quími-co-orgánico)	35	5040	
BAYUSHIG	\$6,00	Castilla sin espino	40	3	Caja de madera	No	Intermedia-rios	Enero-Mar-zo	Mixta(quími-co-orgánico)	30	4320	
MATUS	\$6,00	Castilla sin espino	30	3	Caja de madera	No	Intermedia-rios	Enero-Mar-zo	Mixta(quími-co-orgánico)	25	3600	
BILBAO	\$6,00	Castilla sin espino	15	2	Caja de madera	No	Consumidor final	Enero-Mar-zo	Mixta(quími-co-orgánico)	20	2880	
QUIMIAG	\$5,80	Castilla con espino	20	2	Caja de madera/ Tarrina	Si	Consumidor final	Octubre-Diciembre	Mixta(quími-co-orgánico)	20	2880	
LICTO	\$6,00	Castilla con espino/ Castilla sin espino/Gato	20	3	Caja de madera	No	Intermedia-rios	Octubre-Diciembre	Mixta(quími-co-orgánico)	20	2880	
										TOTAL	200	28800

Al realizar un análisis de la competencia y las variables expuestas en el cuadro 7, referente al precio se puede acotar que no todos los competidores entregan la caja de mora al mismo valor, siendo una de las razones la calidad de mora que entregan. Es así que, Chillanes entrega a \$11 el balde de mora, el mismo que contiene 2 cajas de madera es decir 6 kg, equivalente a \$5,50 cada caja, siendo éste valor el más bajo en relación al resto de competidores. La razón de éste particular es que los productores de Chillanes utilizan como depósitos para el cultivo de mora baldes y no cajas, esto hace que la mora sufra un maltrato por la manipulación, así también influye en la calidad de la mora la distancia existente Riobamba y Chillanes, puesto que el fruto permanece en baldes aproximadamente 3 horas de viaje expuesta a condiciones que afectan la calidad del fruto, todo esto hace que la mora tienda a madurarse con mayor rapidez.

Un papel fundamental son las variedades de mora, mismas que tiene estrecha relación con el precio y la calidad del fruto, debido a que los productores que cultivan mora de castilla sin espino, de acuerdo al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP (2013), esta variedad es de fácil manejo, pues se puede manipular con las manos sin protección y sin dañar el fruto al momento de la cosecha. Esto permite que los productores entreguen al intermediario y por ende al consumidor final un producto en condiciones favorables para el consumo.

En este contexto, es importante realizar un análisis particular del precio de venta del productor y el vendedor, mismo que se lo presenta a continuación:

*Tabla 8. Análisis de precios productor*

<b>PRODUCTOR</b>			
<b>Fluctuación Precios/ caja</b>	<b>Kg/caja</b>	<b>Lbs/caja</b>	<b>Precio libra que entrega el productor</b>
\$ 6,00	3	6,6	\$ 0,91
\$ 5,80	3	6,6	\$ 0,88
\$ 5,50	3	6,6	\$ 0,83

*Tabla 9. Análisis de precios vendedor*

<b>VENDEDOR</b>		
<b>Precio de Venta</b>	<b>Precio libra productor</b>	<b>Utilidad por libra</b>
\$ 1,00	\$ 0,91	\$ 0,09
\$ 1,00	\$ 0,88	\$ 0,12
\$ 1,00	\$ 0,83	\$ 0,17
\$ 1,25	\$ 0,91	\$ 0,34
\$ 1,25	\$ 0,88	\$ 0,37
\$ 1,25	\$ 0,83	\$ 0,42
\$ 1,50	\$ 0,91	\$ 0,59
\$ 1,50	\$ 0,88	\$ 0,62
\$ 1,50	\$ 0,83	\$ 0,67

### 3.3. Determinación de la demanda total, potencial, insatisfecha y objetiva

Tabla 10. Cálculo de la demanda total, potencial, insatisfecha, objetiva y sus proyecciones.

N°	Año	Demanda Total	Demanda Potencial	Competencia	Demanda Insatisfecha	Demanda Objetiva
0	2017	42226	37159	28800	8359	6687
1	2018	42902	37753	29261	8493	6794
2	2019	43588	38357	29729	8629	6903
3	2020	44285	38971	30205	8767	7013
4	2021	44994	39595	30688	8907	7125
5	2022	45714	40228	31179	9049	7239

#### 3.3.1. Consumo aparente por cliente

Tabla 11. Consumo aparente por cliente.

N°	Año	Semestre	Trimestre	Mes	Quincena	Semana	Día
0	2017	3344	1672	557	279	139	18
1	2018	3397	1699	566	283	142	19
2	2019	3451	1726	575	288	144	19
3	2020	3507	1753	584	292	146	19
4	2021	3563	1781	594	297	148	20
5	2022	3620	1810	603	302	151	20

El universo de estudio constituye la demanda total, misma que es de 42226 familias, la demanda potencial que son los posibles consumidores se obtuvo entre la demanda total y el porcentaje de aceptación del mercado el mismo que es del 88% (cuadro 3) teniendo 37159 familias. El cálculo de la demanda insatisfecha se realizó entre la demanda potencial y la diferencia de la competencia (cuadro 7) siendo 8359 familias, las mismas que representan a los consumidores que no forman parte del mercado con los que la competencia trabaja, mientras que la demanda objetiva es de 6687 familias obtenidas de la demanda insatisfecha y el porcentaje de captación del mercado el mismo que es del 80% (debido a que la mora es un producto consolidado en el mercado), la misma que representa los consumidores que se pretende captar de la demanda insatisfecha. De la demanda objetiva se deriva el consumo aparente por cliente (cuadro 11), el cual representa la cantidad de consumidores que posiblemente se captarán por cada periodo de tiempo. Se puede concluir que existe un mercado potencial para los productores de mora de la parroquia El Altar.

### 3.4. Modelo de Gestión Actual

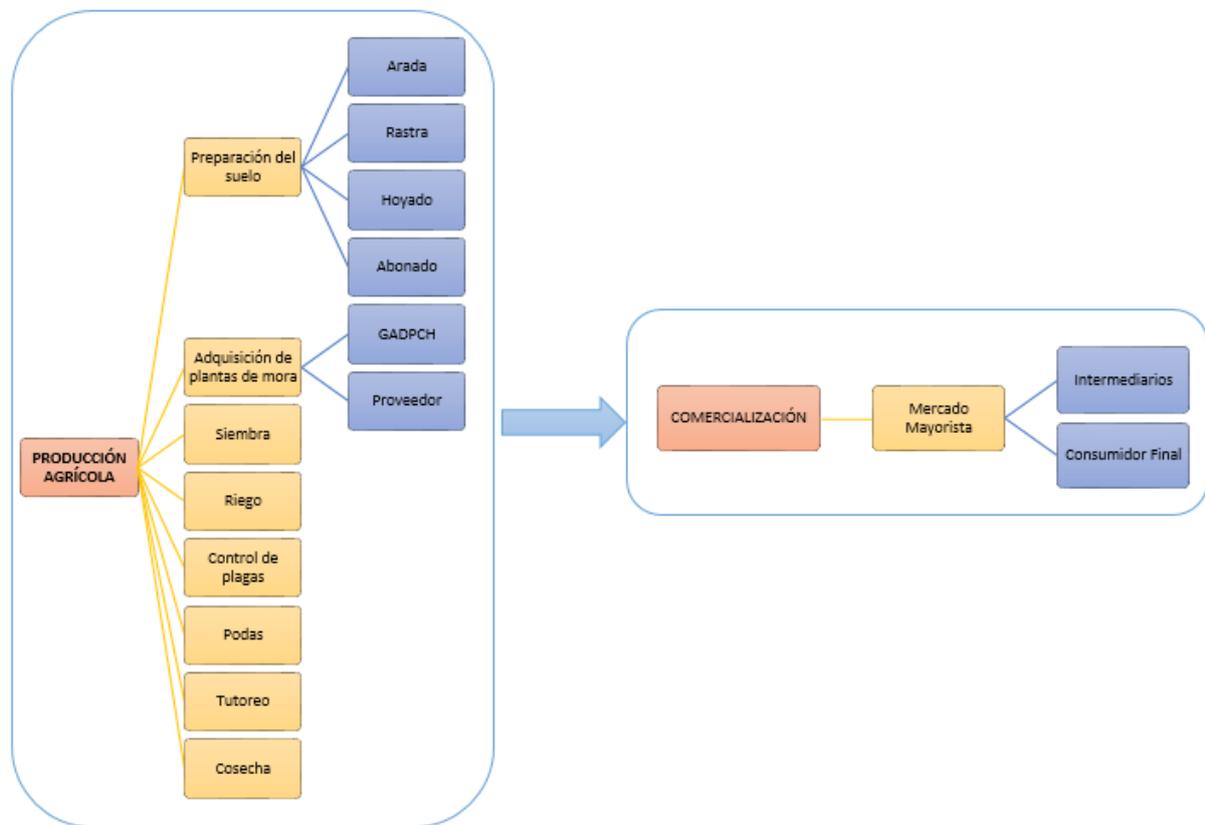


Fig. 1. Modelo Territorial Actual.  
Fuente: Fonseca G. (2017)

El modelo territorial o modelo de gestión que manejan actualmente los productores de mora de la parroquia El Altar es bastante básico, pues se trata de una producción agrícola primaria en vista que no añaden ningún valor agregado, además de ello pese a que el agricultor busca formas de cómo mejorar ésta situación, son demasiados los esfuerzos y pocos los resultados para acercarse a una visión más real, puesto que lo difícil para los productores de mora no resulta ser la producción sino la comercialización y la agregación de valor, cosechan un fruto de calidad pero al no tener una adecuada visión de comercialización y al no encontrar mercados más formales, ni lograr encadenarse productivamente, muchos de los productores entregan su producto al intermediario o al consumidor final en el mercado Mayorista de la ciudad de Riobamba a precios que quizá cubran el costo de producción u obtengan un margen mínimo de ganancia, no conocen sobre alternativas para mejorar su utilidad, de manera puntual la generación de valor agregado y los encadenamientos productivos que generan competitividad en el mercado.

3.5. Modelo de gestión propuesto

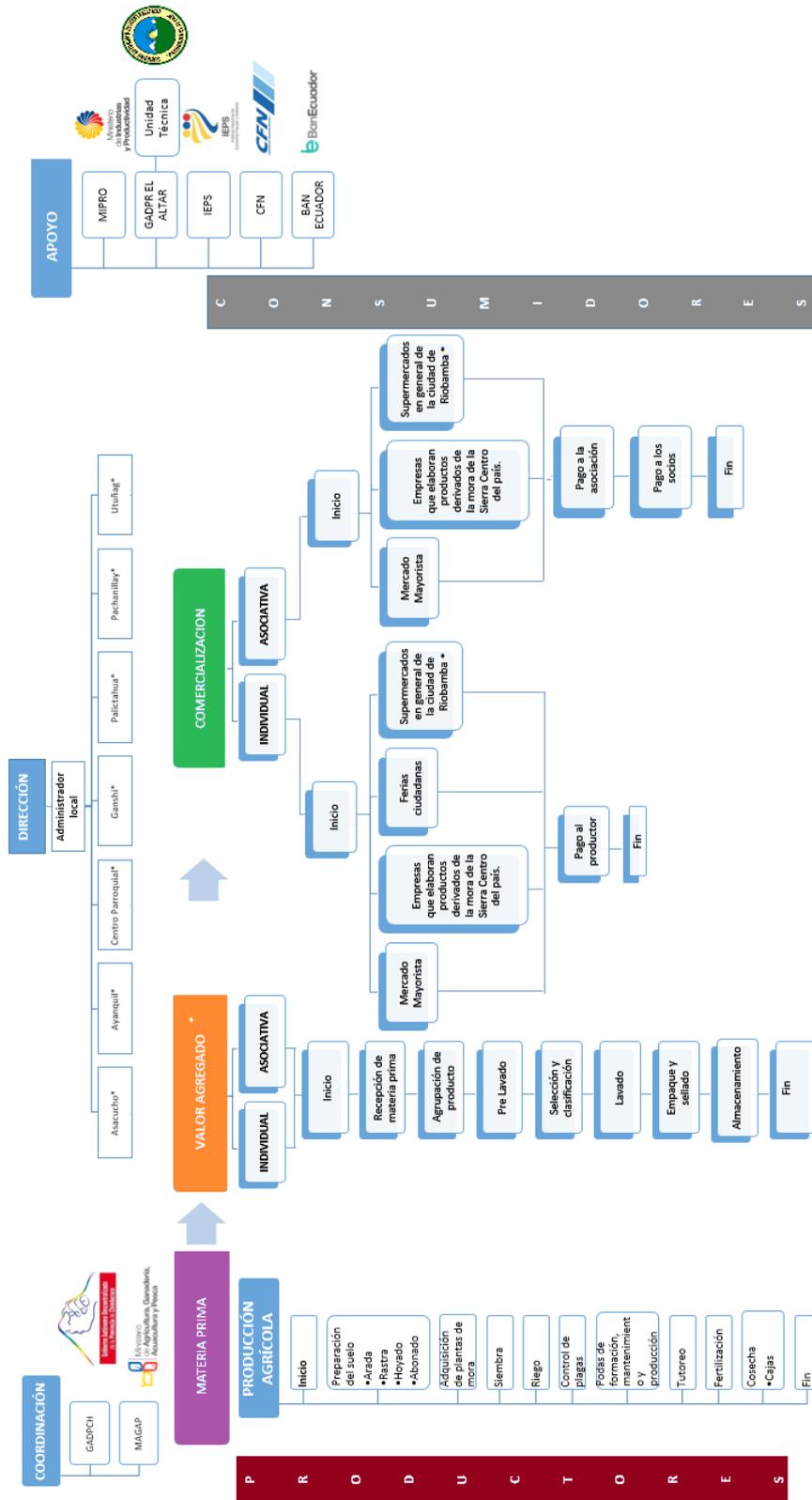


Fig. 2. Modelo de gestión propuesto.  
Elaboración: Propia.

### 3.5.1. Mapeo de actores

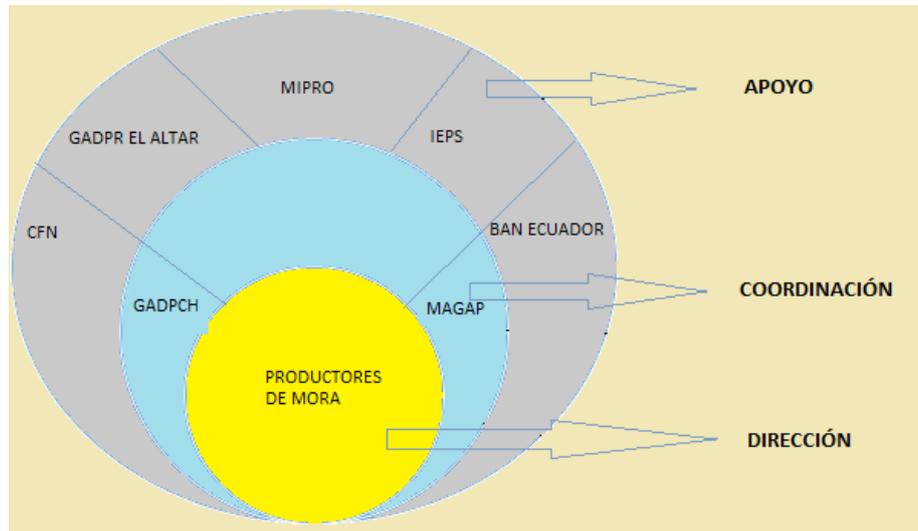


Fig. 3. Mapeo de actores.  
Fuente: Fonseca G. (2017).

El modelo de gestión se diseñó en base al mapeo de actores, el mismo que consta de 3 ejes: dirección, coordinación y apoyo, lo cual permitirá mejorar la producción, comercialización y agregación de valor de mora mediante la interacción tanto de los productores como de las entidades del Estado.

#### 3.5.1.1. Dirección



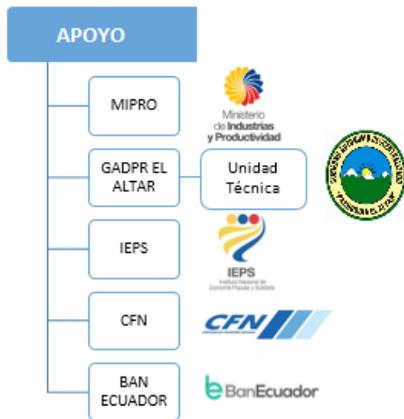
Un administrador local será el encargado de la dirección, quien será designado por los productores de mora de las diferentes comunidades de la parroquia El Altar: Asacucho, Ayanquil, Centro Parroquial, Ganshi, Palictahua, Pachanillay, Utuñaig, quién estará al frente del proyecto con eficiencia y eficacia dentro del modelo de gestión conllevando actividades con un mismo objetivo de dirección, mediante la comunicación, supervisión y motivación.

#### 3.5.1.2. Coordinación



La coordinación instaurará los lineamientos a seguir por parte de los productores de mora de la parroquia El Altar, por ello de acuerdo a sus competencias el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo (GADPCH) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) serán los encargados directos de la coordinación del proyecto.

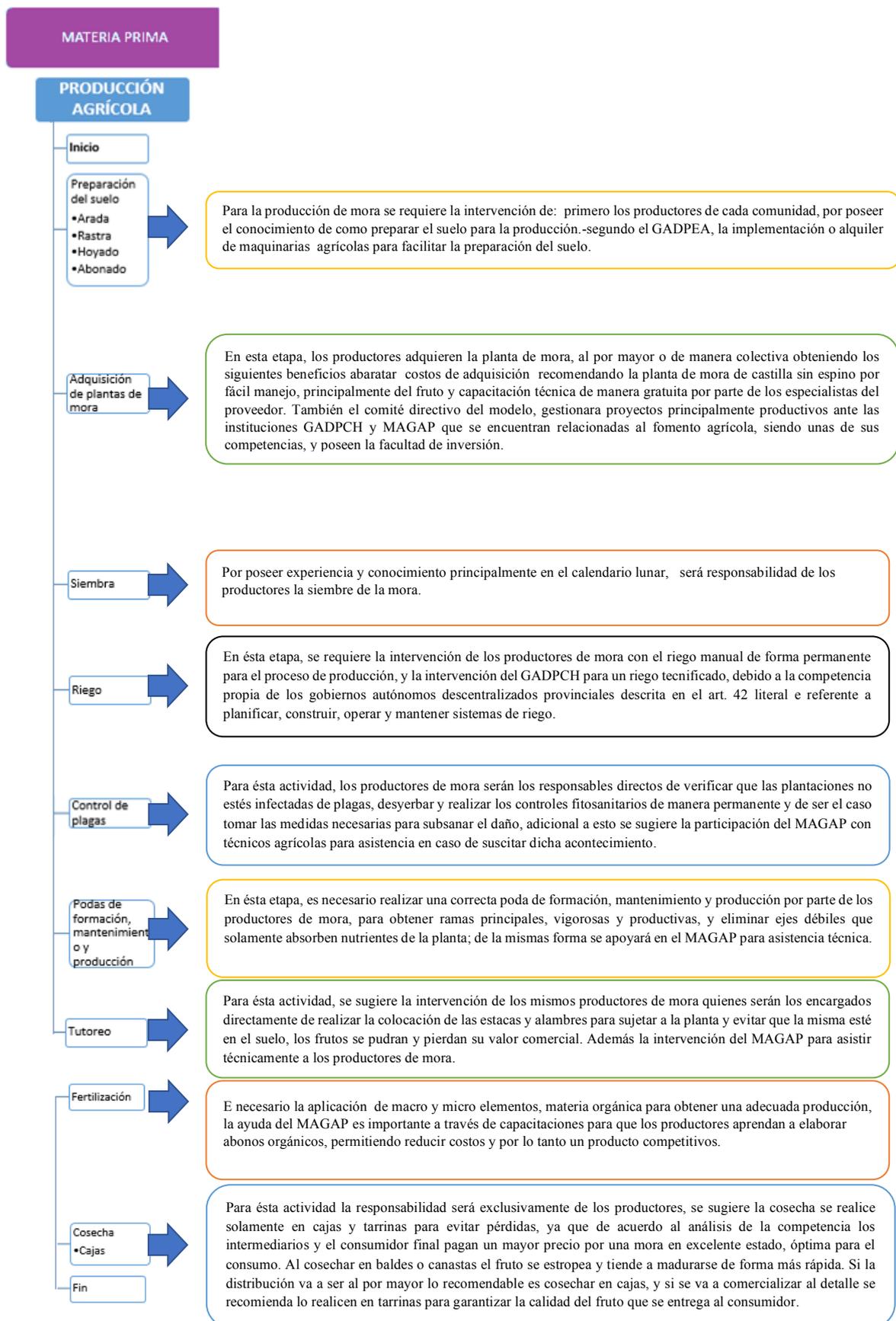
### 3.5.1.3. Apoyo



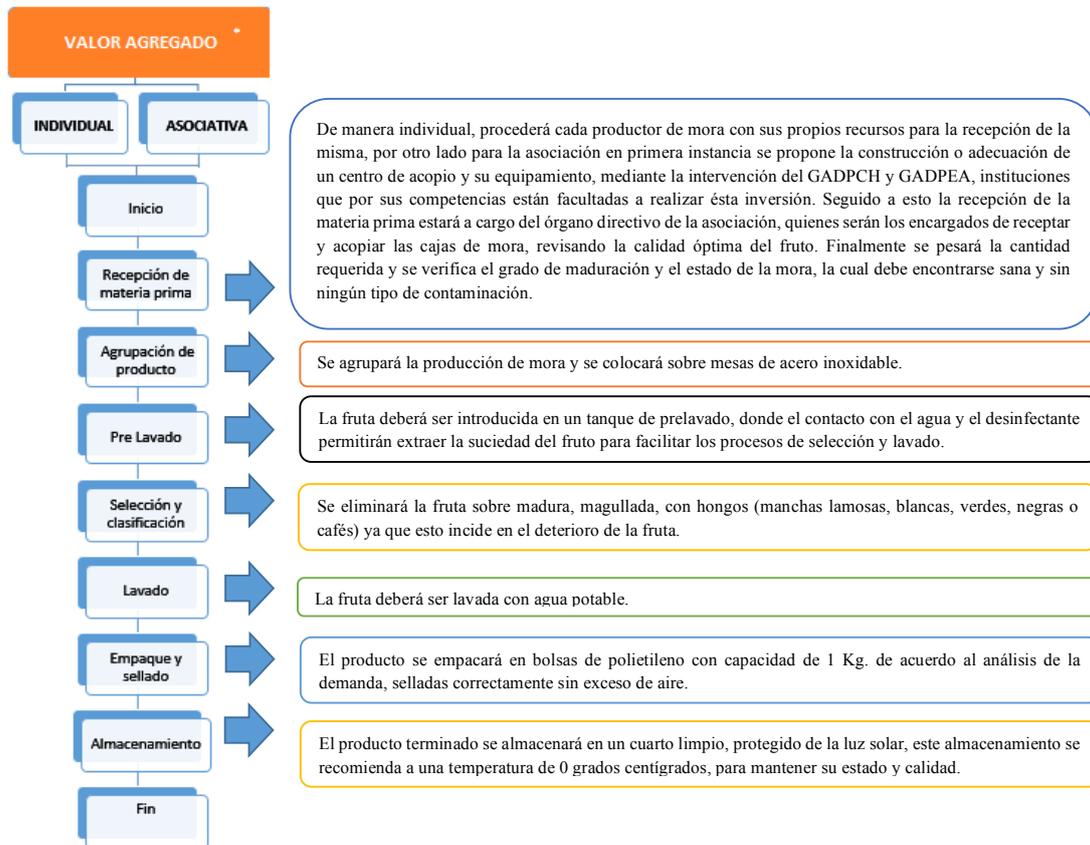
Para brindar apoyo en las actividades de producción y comercialización se tendrá: Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural El Altar (GADPEA), Instituto de Economía Popular y Solidaria (IEPS), Corporación Financiera Nacional (CFN) y Banca para el desarrollo productivo rural y urbano (BANECUADOR), por medio de las mismas se brindará la ayuda necesaria para la consecución de los objetivos de los proyectos, la misma que es un medio indispensable para lograr un esfuerzo conjunto, donde se coordinarán acciones claras y determinantes acorde a sus competencias.

### 3.5.2. Explicación del modelo de gestión propuesto

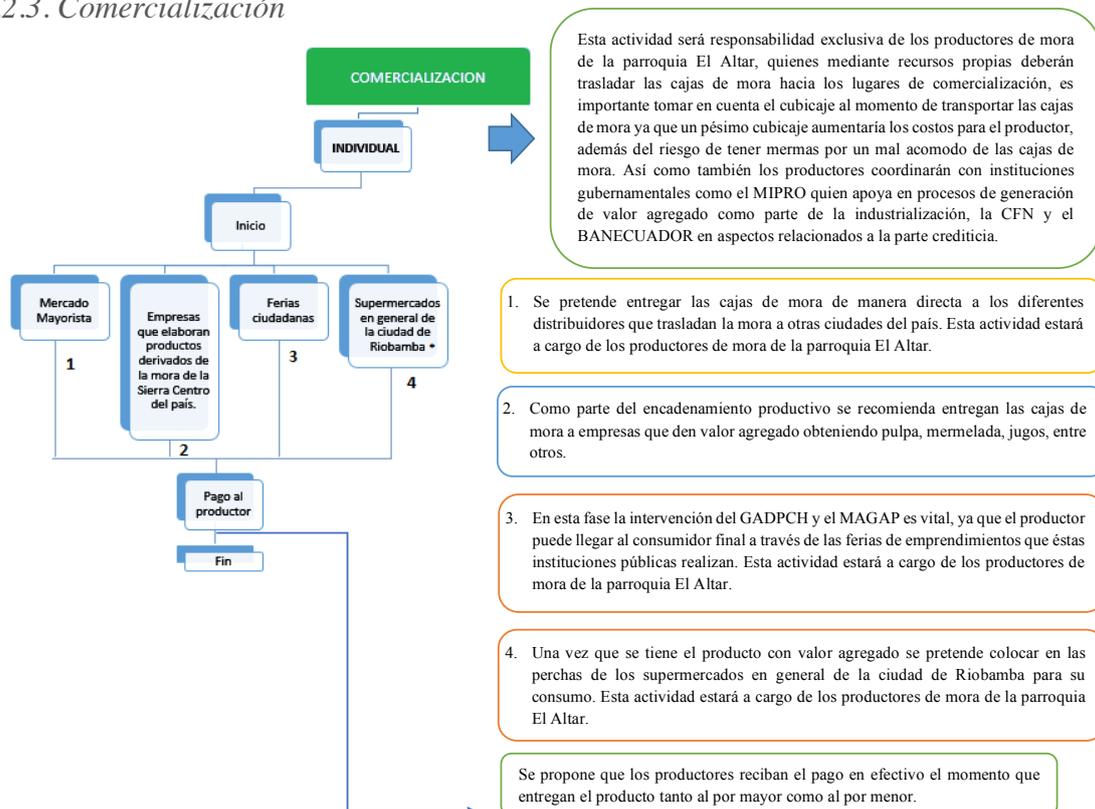
#### 3.5.2.1. Materia Prima

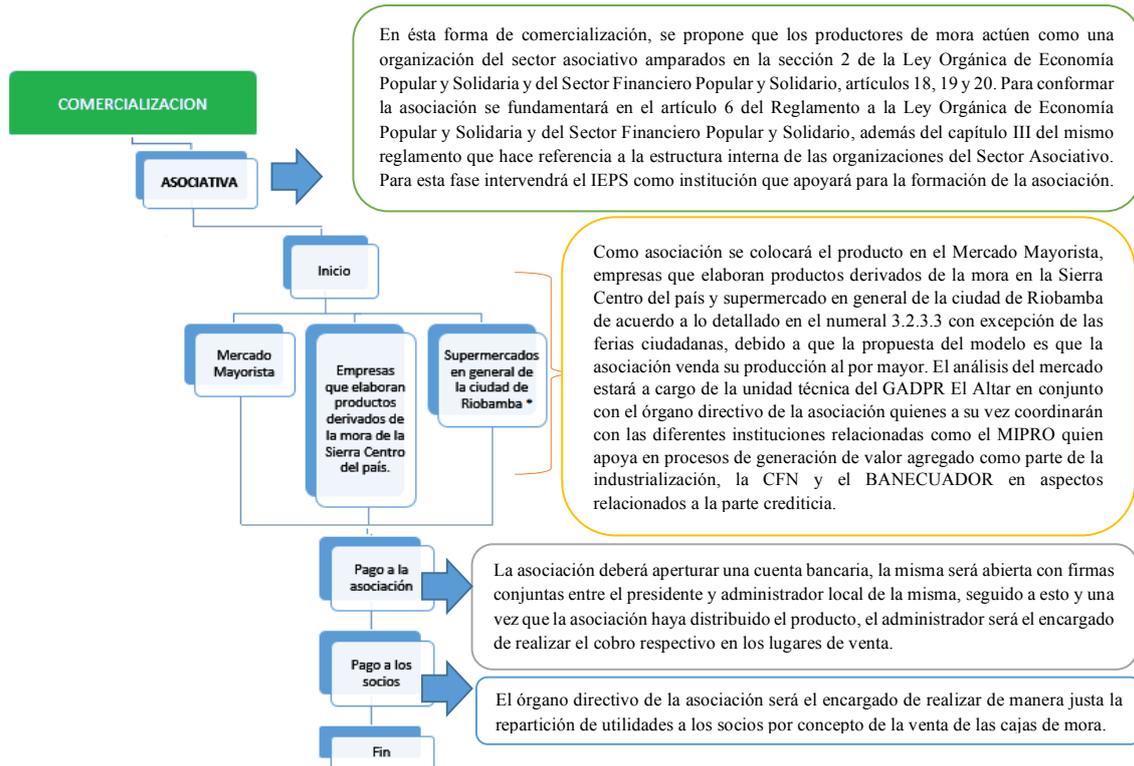


### 3.5.2.2. Valor Agregado



### 3.5.2.3. Comercialización





Es importante tanto en la comercialización individual y asociativa crear una marca a través del diseño de un logotipo y slogan, los mismos que permitirán identificar sus productos y ganar espacio en los diferentes mercados, para cumplir dicha actividad es indispensable el apoyo de los técnicos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural El Altar. Así también como método para captar nuevos clientes y dar a conocer los productos se implementará la estrategia de Marketing Sampling que consiste en realizar pruebas de los productos de manera gratuita con el objetivo que el cliente pueda degustar de la mora para su posterior compra.

#### 4. Conclusiones

La mora en todas sus variedades tiene una gran aceptación en el mercado puesto que alrededor de un 92% de las familias riobambeñas gustan del consumo de este fruto, en tanto la mora que se produce en la parroquia El Altar es apetecible para las familias de Riobamba, ya que según el análisis de la demanda indica que el 88% consumiría dicho fruto, es así que los productores de la parroquia el Altar tienen grandes oportunidades de introducirse en el mercado.

Los productores de mora de la parroquia El Altar tienen la posibilidad de ampliar su mercado, ya que al tratarse de un fruto ya consolidado en el mismo, se ha tomado un porcentaje de aceptación del mercado del 80%, teniendo 6687 familias potenciales a las cuales podemos llegar con el producto anualmente, lo que representa un consumo aparente de 18 clientes diarios, sin duda alguna la mora tienen buenas perspectivas de ventas si se conserva la calidad y se ofrecen buenos precios, lo cual permitirá generar ingresos para los productores de mora aportando así a la disminución de la pobreza en el Altar.

La propuesta del modelo de gestión se convierte en una herramienta orientada a mejorar la producción y comercialización desde una perspectiva orientada desde la demanda mas no de

la oferta, con la participación y articulación activa de entidades públicas y privadas enfocada desde una visión de generación de valor agregado.

El modelo de gestión propuesto tiene como objetivo: mejorar la producción agrícola, generar valor agregado a la producción de mora, introducir nuevos mercados para la comercialización, y así brindar una herramienta que pueda ser aplicable a los productores y comercializadores de mora de la parroquia el Altar, con el propósito de generar mayores ingresos económicos para ellos.

La diferencia entre el modelo de gestión actual y propuesto radica en que; el primero atiende únicamente a la producción, que es como rutinariamente trabajan los moreros de la parroquia el Altar, el segundo genera iniciativas como valor agregado, es decir poner un producto de mejor calidad y sobre todo brinda varias alternativas de comercialización con lineamientos claros: individual y asociativamente, para ponerlo en el mercado.

## Bibliografía

1. Spicker Paul (2009): “Definiciones de pobreza: doce grupos de significados”. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/clacso/crop/glosario/06spicker.pdf>.
2. Echeverría B., (2011): “Pensamiento Político Ecuatoriano. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/res-get.php?resId=39705>
3. Zegarra E., Tuesta J. (2009): “Boom Agrícola y persistencia de la pobreza rural”. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia). <http://www.fao.org/3/a-i0798s.pdf>.
4. Klein Emilio (2012): “Políticas de mercado de trabajo y pobreza rural en América Latina”. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia). <http://www.fao.org/3/a-i2651s.pdf>
5. International Fund for Agricultural Development – IFAD (2001): “Informe Sobre la pobreza Rural 2001: El desafío consistente en acabar con la pobreza rural”. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. Primera edición en inglés publicada por Oxford University Press (Reino Unido) en 2001. <https://www.ifad.org/documents/10180/6ec205c1-b70c-4e1f-b9da-0a6a2ce4c79a>.
6. Castillo D., Quevedo L. (2016): “El Desarrollo Humano sostenible en los proyectos de Turismo Rural Comunitario”. <http://www.eumed.net/rev/curydes/20/nariz-diablo.html>.
7. Castillo D., Quevedo L. (2016): “Evaluación del desarrollo en los proyectos de turismo comunitario”. Editorial Académica Española. Página 46. <https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8417-5121-8/evaluaci%C3%B3n-del-desarrollo-en-los-proyectos-de-turismo-comunitario>.
8. Formichella M., Massigoge J. (2004): “El Concepto de Emprendimiento y su relación con la educación, el empleo y el desarrollo local”. [https://www.researchgate.net/publication/281465619\\_El\\_concepto\\_de\\_emprendimiento\\_y\\_su\\_relacion\\_con\\_el\\_empleo\\_la\\_educacion\\_y\\_el\\_desarrollo\\_local](https://www.researchgate.net/publication/281465619_El_concepto_de_emprendimiento_y_su_relacion_con_el_empleo_la_educacion_y_el_desarrollo_local).
9. Ayala L., Valenzuela C., Bohórquez Y. (2013): “Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (Rubus Glaucus Benth) en seis estados de madurez”. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a02.pdf>
10. Morillo Diego (2011): “Respuesta del cultivo de mora Rubus Glaucus a la aplicación de dos tipos de bioles de frutas en dos dosis, Tumbaco, Pichincha”. [https://www.researchgate.net/publication/277217820\\_Respuesta\\_del\\_cultivo\\_de\\_mora\\_rubus\\_glaucus\\_a\\_la\\_aplicacion\\_de\\_dos\\_tipos\\_de\\_bioles\\_de\\_frutas\\_en\\_dos\\_dosisTumbaco\\_Pichincha](https://www.researchgate.net/publication/277217820_Respuesta_del_cultivo_de_mora_rubus_glaucus_a_la_aplicacion_de_dos_tipos_de_bioles_de_frutas_en_dos_dosisTumbaco_Pichincha)

11. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca - MAGAP (2013): “Manual de cultivo de mora”. <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/HOMBRO%20A%20HOMBRO/manuales/Manual%20El%20cultivo%20de%20la%20%20mora.pdf>.
12. Ander-Egg, Ezequiel (1982). “Desarrollo de la comunidad” (10ª Ed.) Buenos Aires Argentina: Hvmantas. 190 p.
13. Bonales Joel (2007). “El desarrollo local en América Latina como resultado de la acción pública no gubernamental”. [https://www.researchgate.net/publication/267853532\\_El\\_desarrollo\\_local\\_en\\_America\\_Latina\\_como\\_resultado\\_de\\_la\\_accion\\_publica\\_no\\_gubernamental](https://www.researchgate.net/publication/267853532_El_desarrollo_local_en_America_Latina_como_resultado_de_la_accion_publica_no_gubernamental)
14. Morán José (2008). Modelo integral de desarrollo comunitario. “Estrategias para el Desarrollo Regional Sustentable y Sostenible”. <http://www.eumed.net/ce/2008b/jlm.htm>
15. Fonseca G., Castillo D., Quevedo L. (2017). “Mora: ¿fuente de ingresos para productores y comercializadores?. Un enfoque desde el análisis de la dinámica del mercado de las familias de la ciudad de Riobamba. Estudio de caso: parroquia El Altar, Ecuador”. <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/8982>
16. Añez Hernández Carmen (2007), “Las pequeñas empresas en las cadenas productivas: crecimiento o dependencia”. [https://www.researchgate.net/publication/26496357\\_Las\\_pequenas\\_empresas\\_en\\_las\\_cadenas\\_productivas\\_crecimiento\\_o\\_dependencia](https://www.researchgate.net/publication/26496357_Las_pequenas_empresas_en_las_cadenas_productivas_crecimiento_o_dependencia)
17. Prada José (2016). “Desarrollo territorial en tres ciudades medias ecuatorianas: efecto de las estrategias locales en la aplicación del Plan Nacional del «Buen vivir» y el cambio en la matriz productiva”. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17146265005>
18. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo- SENPLADES (2012). “Transformación de la Matriz Productiva. Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano”. [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz\\_productiva\\_WEBtodo.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)
19. Tejada Alonso (2003): “Los modelos actuales de gestión en las organizaciones. gestión del talento, gestión del conocimiento y gestión por competencias”. <http://www.redalyc.org/pdf/213/21301208.pdf>
20. Álvarez Navarro, Marino; Riveros Serrato, Hernando; Rojas Rueda, Manuel (2005), “Orientaciones Generales para la Promoción y Apoyo a las Cadenas Agro productivas en el Perú”. [http://www.pdrs.org.pe/img\\_upload\\_pdrs/36c22b17acbae902af95f805cbae1ec5/orientaciones\\_generales\\_para\\_la\\_promocion\\_y\\_apoyo\\_a\\_las\\_cadenas\\_agroproductivas\\_en\\_el\\_Peru.pdf](http://www.pdrs.org.pe/img_upload_pdrs/36c22b17acbae902af95f805cbae1ec5/orientaciones_generales_para_la_promocion_y_apoyo_a_las_cadenas_agroproductivas_en_el_Peru.pdf)
21. Poli Federico (2005), “Política Pública para las PYMES” Mimeografiado, Argentina.
22. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36413104>
23. (21) Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC (2011): “Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico”. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-estratificacion-del-nivel-socioeconomico/>.
24. (22) Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC (2010): “Censo de Población y Vivienda”. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/banco-de-informacion/>.
25. (23) Fals Borda (2008). “Orígenes universales y retos actuales de la IAP”. <https://groups.google.com/forum/#!msg/ic-investigacion-cualitativa/s55ujJ3O0ds/UyCWCyxP48AJ>
26. (24) Freire Paulo (1973). “Pedagogía del oprimido”, 10ª edición. Buenos Aires, Ed. Siglo XXI. <http://www.ensayistas.org/critica/liberacion/varios/freire.pdf>

# *Contextualización de la agricultura y el patrimonio a miras de identificar y caracterizar productos de interés patrimonial*

*(Contextualization of agriculture and heritage in order to identify and characterize products of patrimonial interest)*

M. Logroño <sup>(1)\*</sup>, E. Yumisaca <sup>(2)</sup>, W. López <sup>(3)</sup>, T. Flores <sup>(4)</sup>

(1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. EC061504

(2) Gobierno Descentralizado Autónomo del cantón Sigchos, EC050501

(3) Investigador Independiente. EC060101

(4) Unidad de Investigación e Innovación. Instituto Superior Pedagógico Jaime Roldós Aguilera. EC060401

\*Correspondencia. Tel.: 0998574688, E-mail: aledzoe@gmail.com (M.F. Logroño-Rodríguez)

## **RESUMEN**

El Gobierno Provincial de Chimborazo contó con un proceso enriquecedor y participativo de alrededor de tres años que devino en la construcción de una Agenda De Competitividad, la misma que marca una línea de proyección para el fomento productivo de la Provincia de Chimborazo. Dentro de una lectura de estrategias agrícolas, se precisaron un conjunto de productos con una profunda relación social, pero que presentan serias debilidades en términos de productividad y posibilidades de mercado, como por ejemplo diversas variedades tubérculos andinos, o ciertas gramíneas, empero no por ello hay que extralimitar estos cultivos frente al desarrollo, al contrario, en función de la sostenibilidad son una prioridad de rescatar, mantener y valorizar. El objetivo de este trabajo es realizar una contextualización y conceptualización de manera preliminar con la finalidad de identificar y caracterizar los productos agrícolas de importancia patrimonial para la provincia de Chimborazo. Como parte del proceso de la Agenda de Competitividad de la Provincia de Chimborazo surgió la necesidad de establecer una investigación que amplié información de base para generar sustentos y criterios que permitan establecer estrategias apropiadas y oportunas, teniendo corresponsabilidad con el esfuerzo de la colectividad chimboracense, especialmente del

sector rural, en la apropiación de sus condiciones y la búsqueda de la identidad productiva para la provincia.

**Palabras clave:** *Gestión social, Sostenibilidad, Línea de tiempo, Salvaguardia, Sistematización.*

## **ABSTRACT**

The Government of Province of Chimborazo had an enriching and participatory process of about three years that resulted in the construction of a Competitiveness Agenda to mark a line of projection for productive development. Within a reading of agricultural strategies, a set of products with a deep social relationship was required, but which present serious weaknesses in terms of productivity and market possibilities, for example, such as diverse varieties of Andean tubers, or certain gramineous, but not for this, we must overreach these crops against development, instead, depending on sustainability they are a priority to rescue, maintain and value. The objective of this work is to make a contextualization and conceptualization in a preliminary way in order to identify and characterize agricultural products of heritage importance for the province of Chimborazo. As part of process from Competitiveness Agenda of Province of Chimborazo, the need arose to establish an investigation that broadened

base information to generate support and criteria for establishing appropriate and timely strategies, co-responsibility with the effort of the Chimboracense community, especially the rural sector, in the appropriation of their conditions and the

search for productive identity for the province.

**Key words:** *Social management, Sustainability, Timeline, Safeguard, Systematization.*

## 1. Introducción

La agricultura no ha constituido únicamente la producción de alimentos, sino que forma parte de una dinámica que involucra el modo de vida de muchas familias en un círculo virtuoso de trabajo y producción de la tierra, conocimientos y herencias frente a mantener la fuente de la alimentación doméstica, relaciones socio-culturales de integración del mundo rural al mundo urbano, relaciones de intercambio y comercio, prácticas de cuidado de las fuentes naturales, entre otros características particulares e importantes que esta actividad convoca.

Por otro lado, es de mencionar que la agricultura en Chimborazo se ve enfrentada a grandes problemas como el acceso a la tierra, agua y semilla, el deterioro de los sistemas de cultivo, la inserción de prácticas agrícolas no apropiadas, la reducción de las personas que laboren el campo, la falta de investigación y generación de conocimientos, entre otras afectaciones; esto a causa de la transformación de los espacios agrícolas en función de los sistemas económicos y políticos que solo buscan el incremento acelerado de alimentos que den rentabilidad, conllevando así a la disminución de siembra de ciertos productos que son determinantes en su valor nutricional, así como en la implicación socio-cultural de sus habitantes.

El análisis de la problemática agrícola tiene una gran amplitud en el Ecuador, y al tiempo también es creciente la conciencia sobre las secuelas en el agro de intervenciones no sostenibles y para nada justas. Para recuperar una agricultura más humana, es preciso recobrar los sentidos frente a una realidad no justa, es preciso ejercer derechos como aquel intrínseco a la vida de acceso suficiente y permanente a alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente, como se promulga en la Constitución de la República del Ecuador en su Art. 281. Lo cual requiere poner esfuerzos para fortalecer el agro, no únicamente desde impulsar la mayor producción como ut supra anotadas, sino también desde la revalorizar e implicación cultural de los productos agrícolas con el agricultor en su de decisión de que productos y cuando sembrar.

La provincia de Chimborazo como un territorio ampliamente agrícola ha sido fiel testigo de procesos que han impacto negativamente en sus condiciones, donde se ha dado paso a la pobreza, desnutrición, migración, pérdida de identidad y detrimento de la relación de los pobladores con su entorno. No obstante, por sus características naturales presenta un agro biodiversidad donde es posible encontrar productos como papas, ocas, chochos, habas, cebada, quinua, y otros productos que tienen significados y símbolos que dan sentido e identidad a las personas, comunidades y al territorio. Por ello se busca comprender la magnitud a niveles del interés patrimonial en las condiciones de: presencia del cultivo en el tiempo superior a los 30 años, presencia del cultivo en mínimo 3 cantones de la provincia, manifestaciones culturales en relación al cultivo, y la perspectiva de importancia de los propios agricultores. Esto a fin de repensar y reorientar las políticas públicas y las estrategias del gobierno provincial hacia la relación productiva y sus agricultores, sujeto al plan de ordenamiento territorial PDOT que en los actuales momentos se cuenta a nivel de la provincia de Chimborazo.

Uno de los grandes sectores estratégicos por atender por los distintos niveles de gobierno, y especialmente para el gobierno provincial de Chimborazo, sin duda es el sector agrícola, pues soporta el desarrollo rural con un crecimiento sostenido de la producción y productividad, favorece a la dinámica de los productores y las familias campesinas, revaloriza la agro biodiversidad y semillas, rescata los saberes ancestrales, así como asegura la alimentación de todos. En este sentido es de alta importancia revalorizar y fortalecer el agro.

El Gobierno Provincial de Chimborazo ha propuesto establecer un interés patrimonial de algunos de sus productos agrícolas que tienen un alta relación social; para concurrir a una comprensión apropiada que ayude a distinguir los lazos existentes entre el agro y la cultura es primordial realizar un abordaje a enfoque e implicación de la agricultura y el desarrollo, la relación espacio tiempo con las condiciones sociales de los agricultores, los alcances de las políticas públicas existentes y otras implicación conceptual previstas necesarias para poder desarrollar esta artículo de revisión.

## 2. Metodología

Para un proceso de identificación y caracterización de productos agrícolas de importancia patrimonial para la provincia de Chimborazo se precisó establecer un sustento base que por un lado aborde la implicación agrícola y por otro la comprensión respecto de lo Patrimonial, y en la medida funcional responda a una perspectiva de gestión social de la agricultura. El estudio abordó los temas relevantes para dar un contexto y conceptualización, estos es:

- Contexto de enfoque de la agricultura para el agro ecuatoriano, estableciendo una mirada desde la relación del modelo de gestión social y de la sostenibilidad.
- Línea de tiempo del proceso agrícola en el Ecuador, a fin de identificar periodos e incidencias del sector agrícola y, desde su base, comprender el momento actual y sus requerimientos de generación de políticas públicas para la provincia de Chimborazo.
- Contexto patrimonial cultural inmaterial para determinar el proceso de valoración de elementos culturales y su identificar el empoderamiento en el sector agrícola.
- Contextualización de la provincia de Chimborazo a fin de identificar elementos relevantes del agro en el ámbito territorial.

En el levantamiento de información se realizó la recopilación de información de estudios técnicos y de fuentes documentales respecto de la agricultura, patrimonio cultural, discusiones, análisis y enfoques de la agricultura, así como de información respecto de cada producto a nivel provincial.

### 2.1. Lugar de Estudio, Datos generales

La Provincia de Chimborazo tiene una extensión de 6 495 Km<sup>2</sup>. Se ubica en la sierra central del Ecuador, limita al Norte con la provincia de Tungurahua, al Sur con la provincia de Cañar, al Este con la provincia de Morona Santiago y al Oeste con las provincias de Guayas y Bolívar. Las ciudades más cercanas a la provincia son Ambato a 47 Km, Quito a 191 Km, Guaranda a 146 Km y el Tena a 227 Km; a Guayaquil hay una distancia de 335 Km. La población de la provincia de Chimborazo tiene un total de 458 583 habitantes, lo que corresponde al 3,17% de la población total en Ecuador, según datos del INEC para el año 2010. La provincia de Chimborazo está dividida en 10 cantones que son Riobamba (capital), Cumandá, Alausí, Colta,

Chambo, Chunchi, Guamote, Guamo, Pallatanga, y Penipe.

Esta provincia contempla una serie de cadenas montañosas que unen los ramales principales de la Cordillera de los Andes. Destaca el nudo de Tiocajas, de las hoyas de Chambo y Chanchán. Las elevaciones importantes son el Chimborazo. El principal sistema hidrográfico lo constituyen el río Chambo y sus afluentes del Guamote, Chibunga, Guano, Sicalpa, San Juan y Blanco. Al Sur está la hoya del río Chanchán y sus afluentes son los ríos Guasuntos, Sibambe y Chuchi desembocan al Chimbo. Las temperaturas oscilan entre los 6°C a los 20° C, con un promedio de 13°C.

### **3. Desarrollo y Discusión**

#### *3.1. Enfoques de la Agricultura*

##### *3.1.1. La Gestión Social de la Agricultura*

Abordar la reflexión de la agricultura en Chimborazo, por su característica de provincia agrícola, ha requerido importante se lo realice a partir de la mirada de sus habitantes que trabajan la tierra, pues hay toda una construcción social desde la agricultura. *“Se reconoce que, en las comunidades andinas, los recursos naturales, antes de ser bienes privados y mercantiles, han sido, y son todavía en muchos casos, bienes regidos por una serie de derechos y obligaciones colectivas producto de la historia y de las luchas sociales. El acceso a la tierra y al agua no depende solamente, ni siempre de un título de propiedad. Los usos, accesos y control dependen de una construcción social que no obedece estrictamente a los enfoques de propiedad individual sino a procesos de gestión colectiva de estos bienes a partir de acuerdos negociados en el seno de un grupo y de un territorio, y de criterios legítimos propios. Los criterios de la gestión son técnicos y económicos, pero responden también a cuestiones sociales, ambientales e históricas”* (1).

Ampliamente es reconocido la problemática de la agricultura en relación al desarrollo sea económico, político o social, donde con distintos enfoques, énfasis, profundidades y perspectivas se habla en función de constituir pruebas para marcar las preocupaciones del desarrollo agrícola actual y futuro. La agricultura se centra en la dinámica y conflictiva relación entre la sociedad y los recursos naturales, donde hay una constante disputas de sentidos, poderes e intereses que se expresa en niveles locales, regionales, nacionales y mundiales. Según Guimaraes (1998) *“lo que llamamos el poder de los hombres (humanos) sobre la naturaleza, es el poder del hombre sobre otros hombres usando la naturaleza”* (2).

Por lo tanto, aquí se propone hacer una gestión social de la agricultura, la cual confluya entre intereses diversos, compromisos, equilibrio y acciones que busquen una optimización técnica a partir de la igualdad de derechos. Cabe anotar también que la construcción social de los pueblos, especialmente los campesinos e indígenas, se establecen en territorios, donde el valor consuetudinario de acceso a los recursos naturales en el desarrollo del agro y también el valor de los conocimientos y modos de manejo de la agricultura marcan este proceso de gestión agrícola. En tal sentido es importante asumir que en los territorios se asienta y manifiesta el patrimonio natural y cultural como parte de la identidad, que son reconocidos, protegidos y conservados para su uso social con participación, inclusión, equidad e interculturalidad (3-5). Por ello cabe comprender la razón de ser de las técnicas agropecuarias implementadas por los agricultores, entender las relaciones socio-económicas, entre los diversos grupos sociales que existen en una zona rural determinada; analizar los principales elementos que condicionan el

curso actual y los procesos de evolución del desarrollo agrario de un territorio; lograr el efecto deseado por y para el “interés general”, y hacia la promoción del desarrollo sostenible (6,7).

Reconocer la diversidad de los territorios rurales implica también el diseño de políticas, estrategias e instrumentos diferenciados de acuerdo con las condiciones, potencialidades y capacidades del territorio y de sus agentes sociales y económicos. Sin embargo, se deben evitar respuestas aisladas en tanto que las interrelaciones entre diversos grupos y territorios son fundamentales para generar respuestas públicas, privadas y colectivas que generen sinergias y complementariedades (8).

### *3.1.2. La Sostenibilidad en la Agricultura*

La agricultura contempla como claves los recursos tierra, agua y semilla, pues constituyen componentes de la riqueza de cualquier nación, a través de la historia, toda civilización ha considerado su manejo y gestión de estos recursos como parte de la conservación de la vida, fundamentado en su seguridad alimentaria. Los imperios precolombinos dedicaron a construir una economía agraria, no basada en la explotación de recursos no renovables, sino en el fomento de los recursos renovables. Desarrollaron una economía no agotable, auto-sostenible, auto-centrada y duradera. El factor decisivo ha sido la adaptación del hombre al medio ecológico, y el desarrollo de una tecnología propia, formada en íntima correlación al medio. La economía andina era una economía agro-ganadera-pesquera; la moderna, agrocéntrica, basada en los recursos naturales renovables, es la crianza de la vida, contraria a la extractivista, capital acumulativa, descuidada, unidimensional, ecoagotadora (9,10).

Frente a una crisis global agroalimentaria insostenible que ya no puede resolverse con el mismo modelo, se iniciaron procesos en el Ecuador para conservar y fomentar la agrobiodiversidad, la semilla campesina y los saberes y conocimientos asociados a ella. La valiosa agrobiodiversidad retrocede en favor de unas pocas variedades de cultivos cuya semilla son controladas por pocos negocios privados, por lo que se requiere afirmar el derecho de los pueblos a decidir y controlar su propio sistema agrario y alimentario, es decir promover la Soberanía Alimentaria, que para lograrlo requiere de un modelo agroecológico que permita alcanzar mayor productividad y sostenibilidad en la agricultura (11). En el 2009, en el Ecuador la Ley de Soberanía alimentaria introduce la agroecología como nueva matriz tecnológica para el campo ecuatoriano, y la recuperación de nuestra agrobiodiversidad y de nuestras propias semillas como la clave para mejorar la producción de alimentos, así también el Ecuador se convirtió en el primer país de América que constitucionalmente se declara libre de cultivos y semillas transgénicas, lo que constituye, sin lugar a dudas, una garantía para recuperar el agricultura del país. En 2011, un amplio sector de la comunidad científica ya reconoce los efectos positivos de la agroecología que aumenta la producción alimentaria, reduce la pobreza y mitiga el cambio climático.

### *3.2. Línea de Tiempo de la Agricultura en el Ecuador*

Desde la aparición de la agricultura, esta tiene una importancia para la condición de vida de los grupos humanos, partiendo del hecho que esta actividad permitió cimentarse en determinados territorios y pasar a conformar las primeras aldeas y culturas en base de domesticar y sembrar especies que favorecían a su alimentación. La agricultura representa una parte de la memoria natural, herencia que viene de tiempos remotos y no es estática, ha cambiado a ritmos propios y se ha sujetado a lo que hombres y mujeres han transformado de su entorno y al hacerlo

se han transformado a sí mismos (12).

Para comprender la pérdida y detrimento de la agrobiodiversidad, de las prácticas agroecológicas y la soberanía alimentaria, se ha identificado algunos momentos en la historia de la agricultura del Ecuador, que permiten relacionar la afectación a los factores naturales, frente a la tenencia de la tierra y a la técnica y modelo agrícolas aplicado (13), el cual se puede visualizar en la tabla 1.

Tabla 1. Cronología rápida de la realidad agrícola en el Ecuador.

Períodos	Evolución relacionada a factores naturales	Evolución relacionada al Sistema económico y político	Evolución relacionada al modelo productivo
<b>Periodo pre-colonial</b>	Domesticación de especies vegetales. Desarrollo de ecosistemas agrarios.	Grupos originarios organizados con derechos y obligaciones colectivas	Modelo de manejo micro vertical
<b>Periodo Colonial</b>	Introducción de Especies Deterioro de suelos por prácticas agrícolas intensivas	Despojo de los territorios, el Rey es dueño de la tierra. Los encomenderos administran las tierras con concertaje y huasipungos	Modelo implementado de haciendas productoras de trigo y cebada, y haciendas de obras productoras de lana con control de la mano de obra
<b>Periodo Republicano</b>	Presión a los recursos naturales	Independencia y creación de la república del Ecuador Poderes agroexportadores vinculados	Modernización de haciendas vía terratenientes
<b>Etapa inicial 1830-1890</b>	La conformación de haciendas que sobrepasan las 500 has de tierras. Intensificación de la frontera agrícola	El poder desde la Iglesia marca la tenencia de la tierra y la obligación del trabajo	Parcela de subsistencia de los huasipungero
<b>Etapa de la Revolución Liberal 1895</b>	Sistemas de haciendas	Partido político Liberal genera mejores condiciones para los agricultores, se elimina el concertaje	Se elimina la esclavitud en el trabajo.
<b>Etapa de la primera reforma agraria 1964</b>	Perdida de Importantes zonas de bosques nativos en las zonas altas y laderas. Se parcelan los ecosistemas agrícolas	Gobierno de la Junta Militar, se da la primera Reforma Agraria	Crecimiento población comunal, hacendados distribuyen la tierra a los huasipungeros. Partidarios: cultivos y pastoreo animales en laderas
<b>Etapa de la Segunda reforma agraria Años 70 - 80</b>	Instalación de pastos en los ecosistemas agrícolas	Campesinos acceden a la propiedad en la zona alta. Desplome de la triada del poder gamonal: cura, teniente político, y hacendados pérdida del poder de haciendas Reforma agraria de 1973	Desarrollo de ganadería extensiva en zona alta
<b>Etapa de los Años 80- 90</b>	Desaparición de bosques, con la extensión de cultivos en laderas, que provoca en poco tiempo la crisis de la fertilidad. Disminución del pastoreo extensivo	Las haciendas se mantienen parcialmente y la presión sobre la tierra aumenta, los campesinos acceden con seguridad a la propiedad sobre la tierra. Fuerte migración y éxodo rural de los jóvenes.	Desarrollo de sistema intensivo de rotación. Desarrollo de agricultores con capital y campesinos sin capital. Latifundios pasan a haciendas ganaderas.

<b>Etapa de los 90 Ley de desarrollo agrario.</b>	Nueva ley de tierras liquida el IERAC. Deterioro de recursos naturales, conflicto Ley de desarrollo agrario (1994) Ley de Modernización y Privatizaciones (1994).	Retiro del Estado, sistema político y económico débil. Hay intento de privatización del agua, se da el primer levantamiento indígena 1990 Se propone Agenda de Desarrollo, se obtiene ley descentralización, ley del 15%, y ley de juntas parroquiales	No hay acceso a servicio de apoyo. Los modelos de agricultura familiar se agravan
<b>Globalización e intentos de tratado de libre comercio (EEUU)</b>	Deterioro de suelos, reducción de fuentes de agua. Crisis ambiental agrícola (agua, tierra y semilla)	Planteamiento de apertura comercial con el mayor mercado mundial (EEUU) Crisis política que provocó migración fuera del país	Los modelos son de productividad y competitividad, el ser humano no es la prioridad.
<b>Etapa del Buen Vivir 2007</b>	Recuperación de la propiedad de la tierra. Se dan derechos a la naturaleza Se declara al Ecuador libre de transgénicos	Constitución de la República que garantiza derechos de soberanía alimentaria Ley de Soberanía Alimentaria	Producción en base a potencialidades territoriales y se pone en prioridad al ser humano. Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013.

*Fuente: Báez, S.; Ospina, P. y Valarezo, G. 2004, Elaborado: ESPOCH.*

### 3.3. Patrimonio Cultural

La cultura, según la UNESCO, 1982, la cultura es definida como “el conjunto de rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o a un grupo social, engloba, además de las artes y las letras, los modos de vida, los derechos fundamentales del ser humano, los sistemas de valores y las creencias; da al hombre la capacidad de reflexión sobre sí mismo y hace de nosotros seres específicamente humanos, racionales, críticos y éticamente comprometidos (14,15).

La identidad, entre tanto, es una cualidad cultural que hace que algo sea considerado como único, distinto y distinguible. Esta característica permite que una persona o un bien fácilmente sea reconocido y diferenciado de otros. De esta manera, los productos con identidad territorial incluyen a todos aquellos bienes, servicios, información e imágenes propias de un territorio (14,15).

#### 3.3.1. Patrimonio Cultural Inmaterial

El Patrimonio Cultural Inmaterial, Según la UNESCO (16), son aquellos saberes que permanecen vivos en la mente, se transmiten de generación en generación y son recreados en interacción armónica con la naturaleza y la historia, impulsando principalmente la identidad territorial, promueve el respeto a la diversidad y son compatibles con los derechos humanos y el desarrollo sostenible. El patrimonio cultural no se limita a monumentos y colecciones de objetos, sino que comprende también tradiciones o expresiones vivas heredadas de nuestros antepasados y transmitidas a nuestros descendientes, como tradiciones orales, artes del espectáculo, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos, prácticas relativas a la naturaleza, el universo, y saberes y técnicas vinculados a la artesanía tradicional. Pese a su fragilidad, el patrimonio cultural inmaterial es un importante factor del mantenimiento de la diversidad cultural frente a la creciente globalización. La comprensión del patrimonio cultural inmaterial de diversas comunidades contribuye al diálogo entre culturas y promueve el respeto hacia otros modos de vida (17-18). Tabla 2.

*Tabla 2. Ámbitos del patrimonio cultural inmaterial*

<b>Numeral</b>	<b>Ámbitos del patrimonio</b>	<b>Medios</b>
<b>1</b>	Tradiciones y expresiones orales	Cuentos, Leyendas, Historia Local, Mitos, Plegarias, Poesía popular
<b>2</b>	Artes del espectáculo	Danza, Juegos, Música, Teatro, Literatura
<b>3</b>	Usos sociales, rituales y actos festivos, los usos sociales, los rituales y los actos festivos	Fiestas, Prácticas comunitarias tradicionales, Ritos, Personajes festivos, Uso social de la vestimenta
<b>4</b>	Conocimientos y usos relacionados con la Naturaleza y el Universo	Agrodiversidad, Sabiduría ecológica tradicional, Conocimientos y usos relacionados con fenómenos astronómicos y naturales, Conocimientos y usos relacionados con plantas, animales y minerales, Gastronomía, Medicinal tradicional, Espacios simbólicos, Toponimia
<b>5</b>	Técnicas artesanales tradicionales	Técnicas constructivas tradicionales:

*Fuente: Villavicencio, M. 2004., Elaborado: ESPOCH*

### 3.3.2. *La Salvaguardia del PCI del Ecuador*

Por “salvaguardia” las medidas encaminadas a garantizar la viabilidad del patrimonio cultural inmaterial, comprendidas la identificación, documentación, investigación, preservación, protección, promoción, valorización, transmisión básicamente a través de la enseñanza formal y no formal y revitalización de este patrimonio en sus distintos aspectos (19).

En la Carta Magna del Estado ecuatoriano aprobada en el año 2008, se menciona en el Art. 3, literal No.7, que son deberes primordiales del Estado, “Proteger el patrimonio natural y cultural del país.”, así como las leyes sectoriales, como la Ley de Patrimonio Cultural y su reglamento, la Ley de defensa del Artesano (1953) y la Ley de Fomento Artesanal (1986), gobernadas por varias instituciones públicas que hacen el marco administrativo para la aplicación de las políticas públicas sobre el Patrimonio Cultural Inmaterial (20).

El registro del PCI según la UNESCO se divide en tres categorías:

- Manifestaciones Vigentes
- Manifestaciones Vigentes Vulnerables
- Manifestaciones vigentes en la memoria colectiva pero no practicadas en la actualidad

### 3.4. *Datos Agrícolas de Chimborazo*

Es indiscutible que la provincia de Chimborazo se desarrolla y vive en gran medida de la agricultura. Una amplia población aprovecha esta actividad como su fuente de trabajo e ingresos, así como hace su elemento principal para el autoabastecimiento de alimentos; aunque actualmente este no precisamente constituye su fuente principal de nutrición. En tal sentido se reconoce que la agricultura forma parte dinámica del modo de vida de muchas familias chimboracenses, especialmente del sector rural, que producen la tierra con sus conocimientos y herencias socio-culturales (21-22).

Sin embargo, la agricultura de Chimborazo no ha quedado exenta de los problemas de exclusión de uso de la tierra agrícola, pérdida y deterioro de suelos por inserción de prácticas

agrícolas no apropiadas, disminución y falta de acceso al agua de riego, así como de la presión a las familias indígenas y campesinas en realizar agricultura en páramos y laderas, esto a causa de la transformación de los espacios agrícolas en función de los sistemas económicos y políticos no equitativos que únicamente han buscado incrementar aceleradamente la producción de alimentos con interés de rentabilidad (23-25).

En este mismo contexto un problema trascendental resulta la pérdida de semillas y disminución de siembra de ciertos cultivos que constituyen, sea por su valor nutricional o su implicación socio-cultural en importantes elementos de interés patrimonial y soberanía alimentaria de la provincia (26-27). En tal sentido se presenta a continuación un estudio bibliográfico sobre la situación actual de la provincia de Chimborazo en lo relacionado a la producción agrícola de manera que a partir de esto podamos generar el inventario y caracterización de los productos patrimoniales en un próximo trabajo.

### *3.4.1. Tenencia de la Tierra (28)*

Durante los 60s, previo a la I Reforma Agraria, la provincia de Chimborazo era considerada como la más pobre de la sierra Ecuatoriana, esto a causa del predominante monopolio hacendatario en donde, las condiciones de vida anacrónicas e inconcebibles eran parte de su realidad. La brecha existente entre los latifundios y minifundios era muy marcada. Dentro de este contexto, el monopolio territorial y la conflictividad latente entre campesinos y hacendados, unido al fuerte control político e ideológico por parte de los hacendados, constituyó los elementos centrales del “atraso” del agro en la provincia.

A pesar de la I Ley de Reforma Agraria que se desarrolló en 1964 no se registró cambios significativos en la estructura agraria provincial, la presencia de grandes latifundios pertenecientes a pocas familias acaudaladas, la Iglesia y el Estado era exagerada. Fue poca o nula la incidencia de la ley en la clase terrateniente local. El control monopólico del territorio y de los indígenas se lo desarrollaba a través del huasipungo. Las transformaciones agrarias muestran cambios sustanciales en la provincia a partir de 1975, en el marco de la ejecución de la Segunda Ley de Reforma Agraria, como parte de la resistencia de los grupos campesinos mediante la realización de manifestaciones, paralización del trabajo y la toma de caminos de acceso a las haciendas.

La estructura de la tenencia de la tierra en Chimborazo difiere en los 80, los predios grandes y medianos ceden a la lucha campesina. El total de adjudicaciones del IERAC entre 1964 y 1974 alcanzó a 21 655,82 has en toda la provincia. Sin contar la superficie asignada a los ex huasipungueros, se entregó a los campesinos algo más de 10 000 has y en total se adjudicó un 5,7 por ciento de la superficie provincial. La entrega de tierras fue notable en el periodo 1975 -1979: donde se adjudica el 55,9% de las tierras a manos de campesinos en un lapso de 27 años.

A partir de 1973 la reforma agraria fue favorable a los latifundistas, que recibieron enormes sumas de dinero por la venta de sus tierras, lo que trajo como consecuencia un fuerte endeudamiento por parte de los indígenas, quienes recibían tierras en mal estado, o las menos aptas para el cultivo, y la gran mayoría de éstas, se situaban por encima de los 3000 msnm, además eran predios tan pequeños que el minifundio se convierte en la constante para la mayoría de agricultores. Los minifundios originan una intolerable situación al interior de las comunidades, causando un crecimiento progresivo de la migración del campo a la ciudad en busca de recursos complementarios para su subsistencia.

Posteriormente, desde fines de los años 80, se presenta un proceso de “contrarreforma” que implicó un sinnúmero de cambios en las políticas agrarias, fomentados por organismos multilaterales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, proceso que legalmente culminó con la Ley de Desarrollo Agrario de 1994. Las luchas sociales en contra del Tratado de Libre Comercio a mediados de la década del 2000, re posicionó el debate sobre problemas estructurales en el agro ecuatoriano, abriendo en el país la posibilidad de que el tema de redistribución de la tierra vuelva a ocupar un espacio en las agendas de las organizaciones sociales.

De esta manera, el Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador, propone una nueva Ley de Tierras (29), la misma que está siendo analizada en base al tema agrario, la eliminación del latifundio, acabar con el acaparamiento y encontrar mecanismos para que los campesinos pobres y comunidades tengan acceso a las tierras hoy improductivas.

*Tabla 3. UPAS de Cultivo permanente en Chimborazo.*

<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>		<b>TAMAÑOS DE UPA</b>		
<b>PRINCIPALES CULTIVOS PERMANENTES SOLOS (MONOCULTIVOS)</b>		<b>TOTAL</b>	<b>Menos de 50 hectáreas</b>	<b>Más de 50 hectáreas</b>
TOTAL CHIMBORAZO	<b>UPAs</b>	442	266	405
	<b>Hectáreas plantadas</b>	751	206	27
Banano	<b>UPAs</b>	232	153	381
	<b>Hectáreas plantadas</b>	582	204	4
Plátano	<b>UPAs</b>	210	113	24
	<b>Hectáreas plantadas</b>	169	113	24

*Fuente: III Censo Nacional Agropecuario, 2002. (32).*

*Tabla 4. UPAS de Cultivo Transitorios en Chimborazo.*

<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>		<b>TAMAÑOS DE UPA</b>		
<b>PRINCIPALES CULTIVOS TRANSITORIOS SOLOS (MONOCULTIVOS)</b>		<b>TOTAL</b>	<b>Menos de 50 hectáreas</b>	<b>Más de 50 hectáreas</b>
TOTAL CHIMBORAZO	<b>UPAs</b>	109,858	108,982	847
	<b>Hectáreas sembradas</b>	74,255	70,216	3,732
Arveja tierna	<b>UPAs</b>	1,603	1,587	15
	<b>Hectáreas sembradas</b>	1,340	1,317	.
Cebada	<b>UPAs</b>	26,134	26,038	96
	<b>Hectáreas sembradas</b>	19,420	18,880	540
Cebolla blanca	<b>UPAs</b>	1,358	1,341	.
	<b>Hectáreas sembradas</b>	897	879	.
Cebolla colorada	<b>UPAs</b>	2,496	2,485	8
	<b>Hectáreas sembradas</b>	1,481	1,430	45

Centeno	<b>UPAs</b>	2,079	2,071	7
	<b>Hectáreas sembradas</b>	864	820	.
Chocho	<b>UPAs</b>	1,706	1,695	6
	<b>Hectáreas sembradas</b>	1,112	1,088	.
Fréjol seco	<b>UPAs</b>	1,729	1,651	80
	<b>Hectáreas sembradas</b>	3,249	2,532	717
Fréjol tierno	<b>UPAs</b>	960	946	10
	<b>Hectáreas sembradas</b>	573	544	.
Haba seca	<b>UPAs</b>	8,859	8,768	92
	<b>Hectáreas sembradas</b>	5,894	5,699	136
Haba tierna	<b>UPAs</b>	4,730	4,688	40
	<b>Hectáreas sembradas</b>	2,384	2,313	38
Lenteja	<b>UPAs</b>	2,979	2,959	16
	<b>Hectáreas sembradas</b>	3,246	3,149	63
Maíz suave choclo	<b>UPAs</b>	4,105	4,042	65
	<b>Hectáreas sembradas</b>	2,577	2,401	177
Maíz suave seco	<b>UPAs</b>	22,304	22,138	168
	<b>Hectáreas sembradas</b>	14,886	14,168	720
Papa	<b>UPAs</b>	18,376	18,220	157
	<b>Hectáreas sembradas</b>	10,581	9,742	839
Trigo	<b>UPAs</b>	6,419	6,349	69
	<b>Hectáreas sembradas</b>	4,308	3,943	366
Zanahoria amarilla	<b>UPAs</b>	4,021	4,004	18
	<b>Hectáreas sembradas</b>	1,443	1,311	91

*Fuente: III Censo Nacional Agropecuario, 2002. (32)*

### 3.4.2. Formas de propiedad sobre la tierra

La provincia de Chimborazo tiene una orientación acorde con las características del suelo dentro de su territorio hacia cultivos permanentes o perennes; cultivos transitorios y barbecho; y de descanso, pastos cultivados, pastos naturales, páramos, montes y bosques. En la provincia de Chimborazo podemos observar que existe un total de 81.668 Unidades Productivas Agropecuarias - UPAs, de las cuales 80.871 son UPAs con superficies menores de 50 hectáreas y 796 son más de 50 hectáreas, teniendo la provincia un total de 471.444 hectáreas. La estructura de las UPAs es básicamente de menos de 50 hectáreas con un total de 243.888 hectáreas (30-31).

#### ***A. Principales cultivos permanentes solos (monocultivos)***

Entre los principales monocultivos de la provincia de Chimborazo, específicamente en el cantón Cumandá se encuentran: banano y plátano. El cultivo que más se destaca es el banano

con 232 UPAs y con 582 hectáreas plantadas. El tamaño de las UPAs para monocultivos permanentes tiene mayoritariamente una estructura mayor a las 50 hectáreas, ya que existen 405 UPAs y con 27 hectáreas plantadas. Tabla 3.

### ***B. Principales cultivos transitorios solos (monocultivos)***

Entre los principales cultivos transitorios solos de la Provincia de Chimborazo se encuentran: arveja tierna, cebada, cebolla blanca, cebolla colorada, centeno, chocho, fréjol seco, fréjol tierno, haba seca, haba tierna, lenteja, maíz suave choclo, maíz suave seco, papa, trigo y zanahoria amarilla. El cultivo que más se destaca es la cebada con 26.134 UPAs y con 19.420 hectáreas sembradas. El tamaño de las UPAs para monocultivos transitorios es básicamente de menos de 50 hectáreas, ya que existen 108.982 UPAs y con 70.216 hectáreas sembradas. Tabla 4.

De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario (32) se reconocen: la propiedad privada con un 69,6%, comunal con el 22,1% y estatal con el 5,8%. Cada una de ellas representa un tipo distinto de tenencia de la tierra y de formas de vida. En el ámbito de la propiedad privada, son reconocidas las unidades productivas tanto pequeñas, medianas y grandes, pero totalmente desiguales entre sí.

Del total de UPAS de la provincia de Chimborazo (66 144) que se constituyen como propiedad privada, se configuran bajo condiciones de minifundio y microfundio aproximadamente el 38%, porcentaje que corresponde a extensiones de terreno con una superficie menor de 1 hectárea. Mientras que las grandes extensiones que van de 20 a 50 has y más de 50 has alcanzan porcentajes de apenas 2 y 1% respectivamente, valores que confirman la inequidad de la tenencia de la tierra. Figura 1.

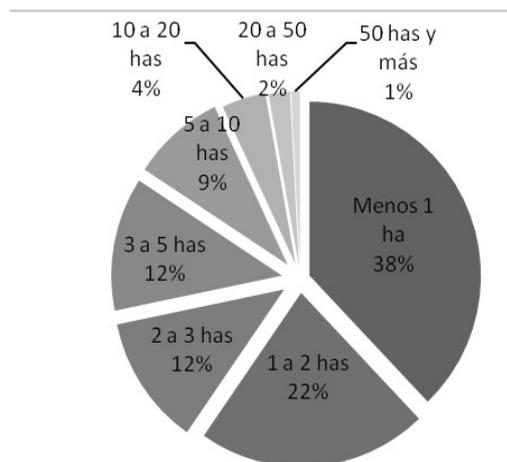


Fig 1. Porcentaje de la tenencia de la tierra en la provincia de Chimborazo según el tamaño de la UPA. Fuente: INEC, III Censo Nacional Agropecuario 2002. Elaborado por: Equipo Técnico ESPOCH

En Chimborazo, en el año 2000, el Censo Agropecuario muestra el predominio de la propiedad individual, sobre las otras formas de propiedad de la tierra. Así el 72,26 % de la superficie agrícola de la provincia de Chimborazo es propiedad privada; el 11,72% es de propiedad comunal.

### 3.4.3. Producción Agrícola de la Provincia de Chimborazo

De acuerdo al último Censo Nacional de Población y Vivienda, la provincia de Chimborazo tiene 458.583 habitantes, de los cuales el 54.32% se localizan en las parroquias rurales. La población rural de Chimborazo basa su actividad principal en la producción agropecuaria, la misma que se desarrolla en su mayoría en pequeñas extensiones de tierra que se caracterizan por sus suelos de baja calidad, erosionados, sin riego y en gran parte de topografía inclinada que dificulta su utilización adecuada.

De acuerdo a lo referido en el Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo (33), la papa es el principal cultivo, a más de este, se citan otros productos importantes como la cebolla colorada, zanahoria amarilla, cebada, maíz suave seco, maíz duro seco, frejol tierno y lechuga.

En términos generales, de acuerdo a la información detallada en el Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo 2011, la Provincia de Chimborazo presenta una baja productividad agrícola al comparar los rendimientos promedios productivos provinciales con los nacionales se puede observar que son valores relativamente bajos. Tabla 5.

Tabla 5. Rendimiento de los principales cultivos.

Producto	Promedio	
	Chimborazo (TM/Ha)	Nacional (Tm/Ha)
Papa	2,97	5,63
Cebada	0,50	0,56
Zanahoria Amarilla	6,52	6,58
Cebolla Colorada	5,04	6,84
Maíz suave seco	0,35	0,50
Haba tierna	1,64	1,38
Haba seca	0,43	0,21
Frejol seco	0,33	0,20
Trigo	0,39	0,62

Fuente: PDOT Chimborazo 2011. Elaborado por: Equipo Técnico ESPOCH.

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo 2011, los principales cultivos por cantón en función de la superficie sembrada se encuentran en la Tabla 6:

Tabla 6. Principales Cultivos sembrados por cantón.

CANTON	PRINCIPALES CULTIVOS
Cantón Riobamba:	Se cultiva papa en el 21%, maíz suave seco 20%, maíz suave choclo 12,4%, haba tierna 9,26% y otros cultivos como lechuga, arveja tierna, alfalfa, cebada en porcentajes menores.
Cantón Colta:	Se cultiva papa como más representativo con 36% de toda la superficie sembrada, seguido de cebolla colorada, maíz suave choclo y seco.

Cantón Guamote:	Se cultiva papa, con el 33% de toda la superficie sembrada del cantón, seguido de cultivos como la cebada, haba tierna y seca, chocho y lenteja.
Cantón Guano:	Se cultiva maíz suave choclo con 27% del total cantonal, seguido de la papa, maíz suave seco, cebolla blanca alfalfa, haba tierna.
Cantón Alausí:	Se cultiva el Trigo, fréjol seco, vicia, maíz suave seco, papa, cebada, otros.
Cantón Pallatanga:	Se cultiva el frejol seco en el 71% de la superficie cantonal, seguido de cultivos como el maíz duro, tomate riñón, papa, fréjol tierno, mora, maíz suave seco, haba tierna.
Cantón Cumandá:	Se cultiva el cacao que equivale el 35% de toda la superficie sembrada del cantón, a más de este se cultiva otros productos como el Palmito, Caña de azúcar, Maíz duro, Banano orito y arroz.
Cantón Chambo:	Se cultivan una gran variedad de hortalizas, entre ellos el Maíz suave choclo, Papa, Brócoli, Coliflor, Fréjol tierno, Lechuga, Tomate de Árbol, Arveja tierna y remolacha.
Cantón Penipe:	Se cultiva el maíz asociado con frejol, maíz suave choclo, seguido de la papa, frutales, tomate de árbol y hortalizas.
Cantón Chunchi:	Se destacan los cultivos de la papa y cebada seguidos de otros cultivos como el trigo y maíz suave seco, lenteja y arveja seca.

*Fuente: Magap 2010, Elaborado: ESPOCH.*

Los cultivos transitorios en el año 2002 ocuparon un total de 96.951 ha, los productos principales en función del número de hectáreas cultivadas corresponden al maíz suave, cebada y papa con 19.127, 18.400 y 10.695 ha respectivamente; mientras que los cultivos transitorios que menor extensión registraron en el año 2002 fueron arveja seca, haba seca y el trigo (34)

El cultivo de granos tubérculos y cereales, se efectúa principalmente en pisos climáticos ubicados entre los 3000 y 3600 m.s.n.m., en donde las características agroecológicas no son las ideales, poseen suelos erosionados, poco profundos y laderosos. A más de esto, la tenencia del suelo es escasa, factor que dificulta en gran medida el desarrollo agrícola. Las zonas que comparten estas características se extienden en el área andina y estribaciones orientales de la provincia, en donde, pequeñas parcelas se destinan para una producción de autoconsumo de papas, maíz, trigo, cebada, habas, y otros (34)

El segundo lugar de los cultivos transitorios lo ocupan las hortalizas y legumbres, producción que se lleva a cabo en pisos climáticos entre los 2500 y 3000 m.s.n.m. En norte de la Provincia de Chimborazo se cultiva principalmente cebolla, pimiento, col, lechuga, así registra también una presencia importante de invernaderos de tomate riñón, en el sector sur es representativo el tomate de invernadero muy apetecido en la costa ecuatoriana, mientras que en el centro de la provincia se produce zanahoria, col, lechuga y brócoli.

De manera general se puede resumir que el sector hortícola está en manos de productores mestizos e indígenas que producen bajo la figura de “minifundio hortícola” (35) mismo que se desarrolla con una visión mucho más económica y comercial, en donde se deja de lado las prácticas tradicionales y se pone en marcha una agricultura convencional en busca de mayor producción descuidando el equilibrio de los recursos naturales.

Finalmente, los pisos climáticos ubicados entre los 300 y 2500 m.s.n.m. son destinados para la producción extensiva de algunos frutales, café y cacao; productos de menor importancia dentro del agro Chimboracense.

#### 4. Conclusiones

Las diferencias sociales han cambiado en el largo del tiempo la exclusión y las inequidades e injusticias, el sector agrícola ha concentrado a una gran población afectada por demerito de su identidad, por lo que en esta etapa del Buen Vivir y el Desarrollo es necesario ampliar y fortalecer desde lo social-cultural las reivindicaciones a los agricultores de la provincia de Chimborazo, respetando, entendiendo y facilitando una construcción agrícola con rostro.

El área provincial contempla varias zonas productivas con peso importante dentro de la geografía dividida por la cordillera de los Andes.

Muchos proyectos agrícolas suelen identificarse muy técnicos cuando dejan al margen al agricultor como un beneficiario receptor, esto conlleva al corto tiempo al estancamiento de la planificación. La recuperación de los productos agrícolas de interés patrimonial, requiere de un proceso de empoderamiento continuo y para ello es necesario un modelo de gestión social, donde tenga prioridad el agricultor como persona y su cosmovisión sea base del involucramiento e interacción.

La contextualización de la agricultura y patrimonio fue el punto de partida para generar investigaciones nunca realizadas en el territorio como es identificar productos de interés patrimonial dentro de la misma, el combinar agricultura y patrimonio resulta un gran reto de los futuros investigadores debido a la falta de metodologías que evalúen los productos agrícolas en función del aspecto patrimonial.

En trabajos futuros, determinaremos cuales son los productos agrícolas patrimoniales de la provincia de Chimborazo, para los cuales, crearemos tablas con información que serán agrupadas en un inventario y caracterización de estos productos y que tienen un interés de tipo patrimonial.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Planificación del GAD provincial de Chimborazo por el financiamiento para esta investigación, a la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH por brindar las facilidades para el levantamiento de la información, a quienes revisaron este trabajo nuestro agradecimiento por sus valiosos comentarios.

#### Conflicto de intereses

Los autores resaltan que no existen conflictos de intereses particulares con las entidades tanto científica como financiadora que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

#### Bibliografía

1. Sexton D. Gestión Social de los Recursos Naturales y Territorios. Consorcio Camaren. CICDA. Ekseption Publicidad; 2002.
2. Guimaraes R. Modernidad, medio ambiente y ética: un nuevo paradigma de desarrollo. 1998. En Del Desarrollo Humano a la Economía Ecológica. Cochabamba, Bolivia: CESU-UMSS.

3. FIDA. (2011). Los pueblos indígenas: valorar, respetar y apoyar la diversidad. Roma – Italia. Pp. 1-4.
4. Apollin F, Eberhart C. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Consorcio Camaren. Quito, Ecuador. 1999. Pp.43.
5. Cueva, K.; Groten, U. 2010. Saberes y Prácticas Andinas. ECOCIENCIA.1º Edición. Editorial Aristos Arte Gráfico. ISBN 9942-9984-0.
6. Altieri, M. 1994. Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable: Agricultura Técnica. Santiago, CH. 371 p.
7. ANONIMO. (s.f.) Desarrollo sostenible. (en línea). Consultado 01 mar. 2012. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/id24.htm>
8. FAO. (2008). Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario. Informes de política sobre el manejo de recursos naturales y fortalecimiento institucional para la reducción de riesgos y desastres en el contexto del cambio climático. ¿Por qué es importante incluir las prácticas ancestrales de manejo de los recursos naturales en las agendas agro-ambientales contemporáneas? La Paz, BO. 2 p.
9. Bebbington, A. 1992. Chimborazo: La flexibilidad del modelo organizativo. En Actores de una Década Ganada: Tribus, comunidades y campesinos en la Modernidad Ed. Galo Ramón. Quito, EC. 113-126 p
10. Botero L. Indios, tierra y cultura. Colección antropológica aplicada N 5. 1ra edición. Quito, Ec. (1992). Pp.16-18.
11. La Vía Campesina: International Peasant Movement. 2003. Qué significa soberanía alimentaria? (en línea). Consultado 02 mar. 2012. Disponible en: [http://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/ECOS%20CDV/Bolet%C3%ADn%204/via\\_campesina.pdf](http://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/ECOS%20CDV/Bolet%C3%ADn%204/via_campesina.pdf).
12. Rindos, D. Los orígenes de la agricultura: Una perspectiva evolutiva. Presión académica. ISBN 978-0125892810. 1987
13. Báez, S.; Ospina, P. y Valarezo, G. 2004. Una breve historia del espacio Ecuatoriano; Fraga impresores.
14. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (s.f.). Cultura y desarrollo. (en línea). Consultado el 07 feb. 2012. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/culture-and-development>
15. INPC (Instituto Nacional de Patrimonio cultural. Ecuador) (s.f.) Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (en línea) Consultado el 25 ene. 2012. Disponible en: <http://www.inpc.gob.ec/direcciones-regionales/quito-r1-y-r2>
16. WIKIPEDIA. (s.f.). UNESCO. (en línea). Consultado el 12 feb. 2012. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Unesco>
17. Villavicencio, M. 2004. La cultura popular en el Ecuador. Tomo X Chimborazo. Centro interamericano de Artesanías y Artes populares. 1º ed. Editorial Centro Interamericano de Artesanías y Artes Populares, CIDAP. Cuenca, EC. ISBN. 9978-85-012-0. 86-93 p.
18. CRESPIAL (Centro Regional para la salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de América Latina). (s.f.). Patrimonio Cultural Inmaterial: Antecedentes. (en línea). Consultado el 12 feb. 2012. Disponible en: <http://www.crespial.org/Es/Content/index/12/antecedentes>
19. Velarde, I.; Daniele, J. 2006. La construcción social de productos patrimoniales: Conflictos del proceso de innovación y de su valorización económica. III Congreso Internacional de la Red SIAL “Alimentación y Territorios”. Baeza, ES. 7, 8 p.

20. INPC, 2011. Políticas Públicas sobre el Patrimonio Cultural Inmaterial, (en línea). Consultado 14 feb. 2012. Disponible en: <http://inpc.gob.ec/>
21. EUROSUR, 2011. Medio ambiente, El suelo y su uso agrícola. (en línea). Disponible en: [www.eurosur.org/medio\\_ambiente/bif93.htm](http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif93.htm)
22. Calispa, F.; Cherrez, N.; Encalada, O. 2000. Caracterización de los suelos, ecosistemas y las cuencas hidrográficas, CAMAREN, Quito-EC, 52 p.
23. Riego Andino, hacia una visión integral del riego andino, 1999
24. Sanchez, J.; Munsstege, H.; Mafla, E. 2001. Práctica y Conocimientos Campesinos sobre Riego Parcelario en las Áreas de Trabajo del FEPP Riobamba. FEPP. Riobamba – EC. Disponible en CD.
25. SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). 2008. Proyecto de Ley de Aguas.
26. Anónimo. 2007. Encuentro de Intercambio de plantas semillas y experiencias con agrobiodiversidad. BAH-Perales de Tajuña. (en línea). Consultado 23 feb. 2012. Disponible en [www.ecologistasalcalah.org/docs/semillas%20y%20agrobiodiversidad.doc](http://www.ecologistasalcalah.org/docs/semillas%20y%20agrobiodiversidad.doc)
27. Secretaría de la Convención sobre la Diversidad Biológica. 2008. La biodiversidad y la agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo. CDB, CA, ISBN: 92-9225-111-2. 6,10,11,14 p
28. SIPAE (Sistema de Investigación sobre la problemática agraria en Ecuador) 2011. Atlas de tenencia de la tierra en Ecuador. Vol 1. Quito, EC. ISBN: 9978-9953-3. 8 p
29. SIPAE (Sistema de Investigación sobre la problemática agraria en Ecuador). 2010. Propuesta Final de Anteproyecto de Ley de Tierras: Documento que entrega SIPAE, atendiendo a las observaciones de la Presidencia de la Comisión de Soberanía Alimentaria de la Asamblea Nacional; y, a la Conferencia Nacional de Soberanía Alimentaria.
30. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2008. Sector Agropecuario. (en línea). Consultado el 05 feb. 2012. Disponible en: <http://www.magap.gob.ec/sinagap/>
31. FAO, 2009, Atlas Alimentario de los Pueblos Indígenas y Afro descendientes del Ecuador, III Sierra
32. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2002. III Censo Nacional Agropecuario
33. GADCH (Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo). 2011. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Chimborazo. (en línea). Consultado el 28 ene. 2012. 46,47,49 p. Disponible en: <http://www.chimborazo.gob.ec/>
34. Vallejo, S; Quingaísa, E; Ortiz, P; Vinueza, L. 2007. El Agro y Vida Rural en Ecuador: Comportamiento 2000-2007 y Perspectivas 2008, IICA, Quito, EC.
35. Suquilanda. M. (s.f.). Producción orgánica de cultivos andinos: Manual técnico. (en línea). Consultado el 15 ene. 2012. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/technology/produccion-org%C3%B3nica-de-cultivos-andinos>.

# ***Caracterización y tipificación de la cadena agroproductiva del cultivo de maracuyá (*passiflora edulis* L) Pedernales, Manabí, Ecuador***

*(Characterization and typification of the agroproductive chain of maracuya cultivation (*passiflora edulis* L) Pedernales, Manabí, Ecuador)*

J. Haro<sup>(1)</sup>\*, G. Fonseca<sup>(2)</sup>, P. Zamora<sup>(3)</sup>

(1) Instituto de Investigaciones, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(2) Docente Unidad de Nivelación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(3) Docente Universidad Laica Eloy Alfaro, Sede Pedernales, Manabí

\* Tel: +593984874552 E-mail: juanpablo.haro@esPOCH.edu.ec (Juan Pablo Haro Atamirano)

## **RESUMEN**

La cadena agroproductiva de maracuyá (*passiflora edulis* L), se desarrolla en la costa ecuatoriana, destacando la calidad de producto en sus dos variedades amarilla y roja. El objetivo de esta investigación es realizar la caracterización y tipificación, analizando aspectos agroproductivos, socioeconómicos y comercio en las parroquias 10 de Agosto, Atahualpa y Cojimíes pertenecientes al cantón Pedernales, en cual cuenta con 266 productores de Maracuyá, abarcando una extensión de 532 hectáreas, la muestra constituye 20 fincas productoras, aplicando la metodología *exploratoria, descriptiva y analítica*, de evaluación insitu, obteniendo que el género masculino es el predominante en el manejo y responsabilidad de finca (100%), (90%) residen en la finca, cuentan con un nivel de estudios mayormente de escolaridad (75%), nivel sociorganizativo (15%) pertenecen alguna organización constituida legalmente, la tenencia de tierra representa un (25%) 1 - 5 ha, (25%) más de 26 ha, (20%) 6 - 10 ha, (15%) 11 - 15 ha y (15%) 16 - 25 ha, utilizan mano de obra adicional (40%), el tipo agricultura (90%) convencional, (10%) manejo orgánico, (55%), posee más de 3 cultivos en producción, ocupando el (75%) agua de río, un (50%) realizan riego por surcos, la producción anual en Cojimíes

representa (19 ha), con 27000 kg/año, 10 de agosto (14 ha), con 24200 kg/año, Atahualpa (6 ha), con 5900 kg/año, el (74%) cultiva la variedad amarillo, (26%) variedad rojo morado, (100%) realizan actividades de pos cosecha el (85%) los ingresos mensuales provienen de agricultura (75%), (20%) crianza de animales; y (5%) del comercio.

**Palabras clave:** *caracterización, tipificación, cadena, agro productiva, maracuyá.*

## **ABSTRACT**

The agro-productive chain of passion fruit (*passiflora edulis* L), is developed on the Ecuadorian coast, highlighting the quality of the product in its two yellow and red varieties. The objective of this research is to characterize and typify, analyzing agroproductive, socioeconomic and trade aspects in the parishes 10 de Agosto, Atahualpa and Cojimíes belonging to the canton Pedernales, which has 266 Maracuyá producers, covering an area of 532 hectares, the sample constitutes 20 producing farms, applying the exploratory, descriptive and analytical methodology, of insitu evaluation, obtaining that the masculine gender is the predominant one in the management and responsibility of the farm (100%), (90%) they reside in the farm, they count

With a level of education mostly of schooling (75%), socio-organizational level (15%) belong some legally constituted organization, land ownership represents one (25%) 1 - 5 ha, (25%) more than 26 ha, ( 20%) 6 - 10 ha, (15%) 11 - 15 ha and (15%) 16 - 25 ha, use additional labor (40%), the agriculture type (90%) conventional, (10%) management organic, (55%), owns more than 3 crops in production, occupying (75%) river water, one (50%) irrigate by furrows, the annual production in Cojimies represents (19 ha),

with 27000 kg / year, August 10 (14 ha) , with 24200 kg / year, Atahualpa (6 ha), with 5900 kg / year, (74%) cultivates the yellow variety, (26%) purple red variety, (100%) carry out post-harvest activities (85%) the monthly income comes from agriculture (75%), (20%) raising animals; and (5%) of commerce.

**Key words:** *characterization, typification, chain, agro productive, passion fruit.*

## 1. Introducción

En el Ecuador, el maracuyá (*passiflora edulis L*), se encuentra desarrollado y explotado principalmente en la costa ecuatoriana, destacándose las provincias de Los Ríos, con 18,553 ha (Cantón Quevedo y Mocache), Manabí con 4,310 ha (cantón Sucre, parroquia San Isidro y San Vicente) y Esmeraldas con 1247 ha (Quinindé y la Concordia), con producción de 247,973 toneladas y una productividad de 8,6 t/ha (18). Botánicamente es una planta trepadora del género pasiflora, descende de las tierras subtropicales y tropicales de América y se cultiva comercialmente en países como: Perú, Colombia, Venezuela, Paraguay, República Dominicana, Argentina. Bolivia, Brasil, Ecuador, Costa Rica, Estados Unidos, Panamá, Nicaragua, partes del Caribe. (3)

Dentro de la producción del cultivo de maracuyá la problemática principal se encuentra un bajo rendimiento del cultivo basado en factores como son el clima, suelo, fertilizantes entre otros (1). Además, algo que suele desmotivar a los productores son los comerciantes intermediarios al pagar un valor muy bajo, lo cual en ciertos casos no justifica la inversión en el proceso productivo del cultivar. (12)

En el cantón Pedernales las condiciones climáticas son ideales para el cultivo de maracuyá por lo que empresarios minoristas están apostando a este producto, de tal forma que el estudio de la cadena agro productiva y de comercialización del cultivo de Maracuyá es indispensable para determinar el nivel de ganancias que se obtendrían con el producto. (2,6)

El objetivo de esta investigación es realizar un diagnóstico de la cadena de producción y comercialización del cultivo de maracuyá (*passiflora edulis L*), en el cantón Pedernales, realizar un análisis en los ámbitos: agro-productivo, socioeconómico y de comercialización de los productores de maracuyá, con miras a futuros planes de intervención y mejoras en lo relacionado a producción y comercialización de los productores de maracuyá (*passiflora edulis L*), en el cantón Pedernales.

La maracuyá o pasiflora es una planta que se cultiva en suelos profundos es por eso que los usos de semillas deben ser cuidadosamente seleccionadas para su alta productividad. (5) Generalmente estas semillas se germinan en bolsas plásticas y luego son llevadas al campo cuando tenga una medida aproximada de 25 cm. (13). La política estatal de los últimos años ha creado varias alternativas para que los productores mejoren sus cosechas y amplíen el cultivo de otras especies, de tal forma que los pequeños y medianos productores tengan la iniciativa de mejorar sus cultivos y por ende mejorar su producción/ comercialización y ganancias. (21).

El maracuyá es una planta o cultivar originaria de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida para Australia, pasando luego a Hawái en el año de 1923. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sud-Africa, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Venezuela, Colombia y nuestro país Ecuador(13). El maracuyá pertenece a la misma familia (Passifloraceae) de la Curuba (P. Mollisima), de la badea (P. Quadrangularis), y de la granadilla (P. Ligularis), a las que se parece en su hábito de vegetativo y flor. En el mundo existe un sinnúmero de nombres para esta planta como parcha o parchita en Puerto Rico, Venezuela y algunas regiones de Colombia; ceibey en Cuba, lilikoi en Hawái; couzou, gredille, barbadine y friut de la passion en Francia; Passion Fruit en países de habla inglesa; Maracuja y Passionsfrucht en alemán. (12). La especie *Passiflora edulis* L (maracuyá), dio origen, a través de una mutación, a la *Passiflora edulis* L. forma *flavicarpa* (maracuyá amarillo), los cuales pertenecen a la siguiente clasificación taxonómica:

- División: Espermatofita
- Subdivisión: Angiosperma
- Clase: Dicotiledónea
- Subclase: Arquiclamídea
- Orden: Passiflorales
- Suborden: Flacourtiinae
- Familia: Passifloraceae
- Género: Passiflora
- Serie: Incarnatae
- Especie: edulis
- Variedad: Purpúrea y flavicarpa

El origen de la familia Passiflora a la cual pertenece esta fruta, está formada por cerca de 500 especies; la mayoría de ellas son nativas de las regiones tropicales de América, y más de 200, de Brasil, y pocas son originarias de Asia, Australia, África, Islas del Pacífico, se considera que en esta familia se tienen 14 géneros con 580 especies. (11)

EL maracuyá de color amarillo es el que más se cultiva porque presenta una producción por hectárea de 10 a 25 toneladas, pero la concentración de aroma es menor que la variedad roja(4). El nombre Passiflora, proveniente del latín passion (pasión) y floris (flor), se debe a la semejanza entre los elementos de la flor y los diversos instrumentos de la Pasión de Cristo. (9). Colombia, Brasil, y Ecuador son los principales productores a nivel mundial, pero Ecuador exporta mayor cantidad al mundo; en el año 2002 se produjo 640 000 toneladas, siendo Brasil el mayor productor, pero tuvo un 18% de disminución en comparación con el 2001. (20)

La planta de maracuyá se caracteriza por ser una enredadora semileñosa, perenne y trepadora de gran vigor vegetativo; su flor es hermafrodita, nace en las axilas de la hoja siendo muy vistosa, se presenta en color blanco con rayas púrpura. (13) La apertura de la flor se da únicamente en las tardes, tiempo para ser polinizada. El tallo, las hojas y los zarcillos son de color verde con trazas rojizas o violetas. El tallo, cuando joven, es cilíndrico ligeramente anguloso. Las hojas son alternas trilobadas de base acorazonada y bordes finamente dentados. El pecíolo tiene dos nectarios o glándulas cortas cerca de la inserción de la lámina. (20)

El fruto es una baya, de forma globosa u ovoide, con un diámetro de 0.04 m - 0.08 m y de 0.06 m - 0.08 m de largo, su peso oscila entre 100 g y 130 g lo que dependerá de la variedad

siendo la amarilla la de mayor tamaño. La base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, con 0.003 m de espesor; el pericarpio es grueso, en dependencia nuevamente de la variedad. (11)

**Maracuyá amarillo: *Pasiflora edulis*** La variedad flavicarpa degener en inglés “yellow passion fruit” presentan frutos vistosos color amarillo con diferentes formas (globosa u ovoide), mide entre 38 a 64 mm de diámetro y entre 64 a 102 mm de longitud. Esta variedad se desarrolla y crece perfectamente en zonas muy bajas siendo esta una planta más rústica; es una enredadera perenne leñosa que crece vigorosamente, las hojas poseen tres lóbulos con bordes provistos de diferentes tonos y base con forma de corazón. (7)

La capa interior del fruto es blanca parecida al alvéolo de los cítricos, dentro de la cáscara se hallan numerosas semillas de color pardo oscuro recubiertas por sacos que contienen el jugo de color amarillo bastante ácido y muy aromático de sabor agradable y único en relación a otras frutas, sus flores se abren al medio día y se cierran durante la noche. (7)

**Maracuyá rojo o morado: *Pasiflora edulis*** La variedad púrpura sims, es una planta trepadora leñosa perenne vigorosa y de crecimiento rápido, posee hojas alternadas de 1 a 5cm de longitud en la axila de cada hoja; además de un zarcillo posee dos yemas, las primeras originan la flor y la segunda la rama. Las flores son independientes y tienen cinco sépalos oblongos de color verde y blanco, cinco pétalos de color blanco, cinco estambres con grandes antenas, un estigma tripartido y una corona formada por cuatro o cinco series de filamentos blancos y coloración púrpura. (2)

El fruto es ovoide o globuloso de 40 a 50 mm de diámetro y de color púrpura intenso cuando madura. La cáscara coriácea y quebradiza, lisa y brillante cubierta por una fina capa de células; en el interior tiene numerosas semillas de color negro ovaladas y atachadas de 5 a 6 mm de largo y de 3 a 4 mm de ancho de aspecto reticulado con puntuaciones más claras cuando están secas, envueltas en una pulpa jugosa amarilla y aromática. Su producción es sexual por semilla es la más frecuente, teniendo como alternativa reproducción asexual por estaca o injerto. (7)

En Ecuador, en las regiones subtropicales, la producción de maracuyá es durante el verano; sin embargo se da durante todo el año, si bien se destaca la cosecha entre abril-septiembre y diciembre-enero, donde los niveles de producción son superiores al promedio. La recolección se realiza manualmente y en sacos. Los frutos caen de manera natural y deben ser recolectados cada 2 semanas, pero mientras más frutos caigan, mayor debe ser la frecuencia de recolección. La mayor superficie cultivada de maracuyá se encuentra localizada en la franja costera del país, que corresponde a las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Santo Domingo de los Colorados (16)

**El clima y suelo** del cultivo de maracuyá se puede establecer en terrenos bajos, con la complicación de afectación de enfermedades en la época de crecimiento del cultivo, hasta los 1.300 m de altitud; pero, se obtienen mejores rendimientos en altitudes entre los 400 y los 800 msnm (16). Se requiere temperaturas entre 20 a 30°C y una precipitación mínima anual de 900 a 1.500 mm, bien distribuidos durante el año, de lo contrario debe suministrarse riego. (12)

**Podas de formación y tutorado** realizada para la regulación de las ramas y por ende de la floración y formación de frutos; facilita el manejo del cultivar, manejo y control de plagas y

enfermedades, así como su aprovechamiento espacial; reduce el peso total sobre el sistema de soporte utilizado como base o patrón, dejando dos ejes únicamente a la planta (7), eliminando cualquier ramificación hasta que el vegetal alcance una altura de 1 m aproximadamente; evitando que los frutos maduros queden atrapados en las ramas dificultando la cosecha aumentando los costos (20)

Las podas de limpieza operación se debe iniciar después de la primera cosecha, se basa en deshacerse de ramas o material viejo en desuso, bejucos que salgan de la espaldera y los que llegan al suelo.

Las podas de renovación realizamos al cumplir su tercer año de plantación es severa mediante la cual se deja el tallo principal y ramas primarias con una longitud de 1,5 m. Sirve para reparar las espalderas dañadas, la cual se la recompone utilizando postes, el tutoreo se lo realiza con la finalidad de asegurar el desarrollo adecuado de la planta de maracuyá.(15)

Para el arranque inicial del sistema de manejo y producción del cultivo de maracuyá es necesario proveer la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio. Esto favorece para que la planta de desarrolle normalmente, forme adecuadamente sus raíces, tallo, follaje y su fructificación. (6)

**La nutrición del cultivo** en la zona costera se basa en una **fertilización edáfica** determinando la fórmula, dosis y épocas de aplicación para las diferentes zonas productoras, cuando la planta responde bien a la aplicación de fertilizantes, tomando como base el análisis del suelo y el estado de desarrollo de las plantas, (6), al inicio del cultivo se requiere una buena fertilización, por lo que la provisión de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio, es importante, además se recomienda usar tres aplicaciones repartidas durante el año de 50 g de N, 50 g de P y 25 g de K por planta, (4) recomendando abonar con 75 gramos de fórmula completa 10-30-10 por planta. Al cumplir la planta dos y cuatro meses de trasplantada, se debe aplicar entre 100 y 150 g/planta de la fórmula 15-15-15. Al inicio de la floración aplicar de 200 a 250 g de fórmula 10-20-20 y repetirla cada dos meses mientras dure la producción de frutos. (12)

La **fertilización foliar** es una aplicación suplementaria de nutrientes a las plantas, que no puede reemplazar total o parcial a una fertilización de fondo. El objetivo de esta práctica es estimular el crecimiento de las plantas acelerando su actividad. (7) De esta forma, las raíces de las plantas pueden absorber más nutrientes del suelo y además favorecer el traslado de nutrientes acumulados en el interior de la planta para la formación de nuevos tejidos y frutos. (5)

La extracción nutricional y la demanda nutritiva del cultivo de maracuyá aumenta sustancialmente a partir de los tres o cuatro primeros meses de trasplante al sitio definitivo de manejo, a partir de ahí debemos aplicar nutrientes necesarios para garantizar altos rendimientos y su adecuada productividad. El cultivar hasta su primera producción, emplea alrededor de los siguientes elementos y cantidades 160 kg de N, 15 kg de P, 140 kg de K, 115 kg de Ca, 10 kg de Mg, 20 kg de S, 230 g de B, 150 g de Cu, 600 g de Fe, 220 g de Mn y 200 g de Zn/ha. (7)

Existe un alta demanda en cuanto al precio del maracuyá, por lo que los pequeños y medianos agricultores empezaron a sembrar manejar y producir este producto, tanto así, que en el año 2014 la superficie de producción fue superada con 35,324 hectáreas a nivel nacional y registro una productividad de 459,212 toneladas/métricas, mejorando los ingresos, rentabilidad y calidad de vida las familias del campo, (16)

Por otra parte, así como surgió un incremento en cuanto a la producción del cultivo la superficie de siembra de maracuyá aumento, por tanto aumento la incidencia de plagas, enfermedades que afectan significativamente su producción como: mancha aceitosa, antracnosis del fruto, mancha ojo de pollo de la hoja, además de la secadera y enfermedades causadas por nematodos y virus, fisiopatías (15)

Debido a este detalle algunos productores de maracuyá con el propósito de mantener sus plantaciones libres de enfermedades utilizan en forma indiscriminada pesticidas sintéticos, causando daños a la salud humana y además los costos de producción son costosos y contaminan el ambiente (11). Además, no se descarta el riesgo de que la fruta producida de esta forma, no sea calificada para la exportación y, exista una probable generación de resistencia de los patógenos a los pesticidas utilizados incorrectamente. (14)

En la provincia de Manabí se registra una producción masiva de maracuyá, debido a que se adapta fácilmente a los diferentes suelos, como los arenosos, arcillosos o de preferencia mixtos, que tengan una profundidad mínima de 60 cm, suelos sueltos, y que tengan buen drenaje de fertilidad media a alta, su pH de 5.5-7.0, aunque se puede llegar a cultivar hasta pH de 8.0 sin tener mayor complicación; lo cual es un factor que beneficia la producción del maracuyá. (18)

El cantón Pedernales posee un clima Tropical Semiárido, con temperaturas que fluctúan entre los 24.5 °C y 25°C, manteniendo una precipitación anual entre 1000 a 2000mm. Presenta dos estaciones climáticas bien definidas: invierno y verano. El invierno comprende los meses de enero a marzo o abril, y el verano que comprende los meses de mayo a diciembre. (17).

El cultivo de maracuyá o pasiflora es una planta que sé que cultiva o prefiere suelos profundos es por eso que cuando se escoja o se seleccione las semillas deben ser cuidadosamente seleccionadas para evitar problemas de adaptabilidad, plagas enfermedades, fisiopatías y poder garantizar su alta productividad. (7) Generalmente estas semillas se germinan primeramente en bolsas plásticas y luego son llevadas al campo cuando tenga una medida aproximada de 25 cm. (18).

Dentro de la cosecha es muy importante tomar en consideración:

- Quiénes son los compradores (adquieren el producto).
- Identificar las calidades exigidas (tamaño, forma, peso, defectos permitidos).
- Calcular los volúmenes que va a recolectar por categorías de calidad, para poder comprometerse.
- Concertar previamente los precios de la negociación.
- Definir las condiciones de pago.
- Acordar los fletes de la carga.
- Determinar el lugar de venta más adecuado y qué transporte requiere.
- Coordinar la fecha o día de entrega del producto.
- Decidir, dependiendo de la calidad exigida, el mercado destino de la fruta.
- Conocer la competencia

La cosecha implica coordinar acciones tales como:

- Garantizar la disponibilidad de mano de obra suficiente, con experiencia en labores de cosecha.

- Adquirir las herramientas y otros accesorios básicos para realizar la cosecha (recipientes adecuados, en buenas condiciones, libres de residuos de la cosecha anterior, tijeras, guantes).
- Disponer de recursos financieros para el pago oportuno de los trabajadores. (14)

#### *Determinación de Madurez Para la Cosecha*

La buena calidad comercial se obtiene cuando la cosecha se hace en el estado de madurez comercial apropiado y se llega al mercado de consumo. Un buen medio debe ser ante todo sensible, es decir, capaz de poner de manifiesto diferencias pequeñas, práctico, rápido y, si es posible que pueda expresar el grado de madurez mediante una cifra que lo haga comparable con las medidas realizadas por otros observadores y en lugares distintos. (15)

#### *Índices de madurez para el mercado fresco*

La madurez de la parchita se aprecia visualmente por su color externo. Los cultivadores han implementado otras formas prácticas para identificar la madurez comercial del fruto, como pérdida de firmeza de la corteza del fruto, pérdida de brillo, desprendimiento fácil al presionar el pedúnculo, o el tiempo transcurrido entre polinización y fruto en punto de cosecha que puede oscilar entre 8 – 10 semanas. Su estado también se puede confirmar por medio de la relación entre sólidos solubles/acidez titulable. (12)

Por lo tanto se propone utilizar esta medida como índice de madurez para la confirmación del color o como control de calidad de la materia prima destinada a los procesos. La cosecha debe ejecutarse cuando el producto ha llegado a su grado de madurez óptimo. Por tal razón el momento de la cosecha o estado de madurez óptimo, debe estar referido a la venta en fresco o a la industrialización. (11)

Cuando el producto va para el mercado fresco se propone cosechar directamente en los empaque que van de campo hacia el mercado o incluso hacia el consumidor, en esta labor se separan frutos demasiado pequeños, los defectuosos o en mal estado, frutos atacados por insectos o con irregularidades en la superficie. Con esta operación se busca disminuir el exceso de manipulación que involucra costos de mano de obra y aumenta los daños. (12). Acopio En mercadeo se entiende por acopio, la función física de reunir la producción procedente de distintas unidades haciendo lotes homogéneos para facilitar el transporte y otras funciones de la comercialización. A partir de las unidades de producción y hasta los centros de distribución, tiene lugar un proceso de concentración que se conoce como acopio. Los principales problemas de la producción que afectan el acopio son:

- La dispersión de la producción.
- El tamaño pequeño de las unidades de producción.
- La ausencia de investigación y apoyo tecnológico al mercado rural, por parte de las instituciones del estado o privadas.
- Falta de concertación entre productores y comercializadores (15).

La calidad es un conjunto de criterios que contemplan aspectos como:

1. Cualidades externas del producto (color, forma, peso)

## 2. Atributos internos (aroma, contenido de jugo, sólidos solubles, acidez)

El término es usado en varias formas según su referencia, calidad comestible, calidad de mesa, calidad nutricional, calidad interna, calidad de consumo y calidad externa.

En las diferentes categorías deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Tener la forma ovalada característica del fruto de parchita.
- Los frutos deben estar enteros y sanos (libres de insectos y/o enfermedades).
- Estar libres de quemaduras de sol.
- No presentar humedad externa anormal.
- Exentos de cualquier olor y/o sabor extraño.
- Presentar aspecto fresco y consistencia firme.
- Estar limpio, libre de materiales extraños visibles (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños) en el producto o en su empaque.
- El fruto debe presentar pedúnculo cuyo corte debe estar a la altura del primer nudo (2 - 3 cm) o punto de abscisión.
- Su grado de madurez debe ser tal que permita llegar en condiciones satisfactorias a su destino, resistiendo la manipulación y el transporte.

### *Requisitos de madurez*

La fruta de maracuya se aprecia visualmente por su color externo. Su estado se puede confirmar por medio de la determinación de los sólidos solubles totales, la acidez titulable y el índice de madurez. Seguidamente se describen los cambios de color según los diferentes estados de madurez: Color 0: Fruto de color verde oscuro bien desarrollado. (11)

Las características indeseables más comunes del producto y que se eliminan en la operación de selección son:

- Frutas partidas.
- Frutas rotas – rajadas.
- Las lesiones en la corteza del producto que permiten la entrada de micro-organismos que, junto con las enfermedades, ocasionan pudrición y pérdida rápida del producto.
- Frutas magulladas o blandas.
- Frutas podridas o con indicios de pudrición.
- Síntomas de enfermedades de plagas y hongos.
- Frutas con raspaduras, deformes.
- Manchas o cicatrices que demeriten el producto como de primera calidad.
- Frutas con quemaduras químicas o golpe de sol.
- Frutas atacadas por insectos o pájaros.
- Frutas fuera del grado de maduración óptimo para el mercado.

Para ejecutar una buena labor de clasificación es necesario conocer las exigencias de calidad de los consumidores y las preferencias de calibres, tratando de lograr la máxima uniformidad posible por categoría Limpieza del Producto Consiste en retirar del producto partes secas de la misma planta, residuos florales y polvo.(5)

### *Empaque del Producto*

El empaque es una unidad de manejo que facilita la movilización y almacenamiento de producto y está en contacto con él. El empaque cumple con los objetivos de preservar el producto, proteger, contener y vender. Permite preparar lotes homogéneos para su manipulación y fraccionarlo con el fin de facilitar su distribución. (6)

El empaque favorece la comercialización de los productos teniendo una influencia decisiva en su calidad post-cosecha. El empaquetado se realiza en diversas etapas de la comercialización:

- En la finca para el acopio.
- Para el transporte hasta los centros mayoristas.
- En la clasificación para separar calidades, tamaños y grados de maduración.
- En la distribución al detalle y ventas al consumidor.

El empaque favorece el producto en el transporte y el almacenamiento.

### *Beneficios de un buen empaque*

- Facilita las operaciones de manejo y comercialización.
- Alta eficiencia en el almacenamiento.
- Protege la calidad del producto.
- Reduce los costos de transporte y comercialización.
- Promueve la venta.
- Evita la contaminación.

Dentro de las políticas gubernamentales en el lapso de los últimos años ha creado varias alternativas para que los productores mejoren sus cosechas, aumenten su productividad y amplíen el cultivo de otras especies, de tal forma que los pequeños y medianos productores tengan la iniciativa de mejorar sus cultivos y por ende mejorar su producción/ comercialización y ganancias. (12)

Lo expuesto indica la factibilidad de los terrenos de Pedernales para el cultivo de maracuyá, para que su producción sea satisfactoria y su comercialización beneficie a todos los involucrados; lo cual justifica la investigación donde se estudia la cadena agro productiva y la comercialización del cultivo de maracuyá.

## **2. Metodología**

La siguiente investigación se realizó en el Cantón de Pedernales, parroquia Cojimíes, 10 de Agosto y Atahualpa, situada en la línea equinoccial en la latitud a 0° grados 4 minutos 14 segundos; Latitud Sur 80° grados 3 minutos 1 segundos de longitud oeste

### *Características climáticas y edafológicas*

- **Clima:** subtropical
- **Humedad:** 68,4%

- **Altitud:** 20 msnm
- **Temperatura:** 28 °C
- **Heliofania:** 2160 horas
- **Pluviosidad:** 600 ml al año (18)



Fig. 1. Mapa Cantón Pedernales  
Fuente: PD y OT Pedernales 2016

En el desarrollo de la investigación se procedió a la Recolección de la Información; mediante la lectura científica recurriendo a fuentes bibliográficas en investigaciones científicas, acudiendo a libros, revistas especializadas, artículos de internet, formulación y aplicación de la encuesta; Instrumentos metodológicos, que antes de aplicarlas a los productores fueron validadas por docentes conocedores de esta herramienta metodológica, con veinte y cinco preguntas cerradas.

Los estudios de campo con la finalidad de evidenciar en forma directa la realidad de la cadena agro productiva del maracuyá, de tal forma que se establezcan los análisis correspondientes en cuanto a la siguiente metodología:

**Investigación Campo o Exploratoria.** - visitando los lugares donde se encuentran las plantaciones de maracuyá en el cantón Pedernales, procediendo a encuestar a los productores, con la finalidad de tener datos específicos para el desarrollo de la investigación.

**Investigación Descriptiva.** - Se procedió a describir lo observado en campo, los elementos que integran la cadena agro productiva **Investigación Analítica.** - Obtenida la información se analizó los resultados contrastando la información sobre la cadena agro productiva.

El procesamiento y Análisis de datos mediante la tabulación para lo cual se ingresó la información a una matriz para representar los datos cuantitativos, elaborando de cuadros estadísticos, frecuencias traducidas a porcentajes, utilizando además gráficas que nos permita mostrar de manera más explícita la observación y comparación de los datos analizados.

Existe aproximadamente 266 productores de Maracuyá abarcando una extensión de 532 hectáreas productivas (17), con lo cual la muestra se realizó con 20 fincas productoras, aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2 * p * q}{d^2 * (N-1) + Z_{\alpha/2}^2 * p * q}$$

N: total de la población	266
Z <sub>α</sub> : nivel de confianza (1,96)	1.96
p: proporción esperada (0,05)	0.05
q: no concurrencia (1-p)	0.95
d: precisión (0,09%)	0.09
n=	20

Número muestral: 20

### 3. Resultados y Discusión

Se analizó a 20 fincas productoras de maracuyá en el cantón Pedernales, manifestando los siguientes resultados:

La Figura 2. Muestra el **género del responsable de la parcela**, denotando que en un 100% son hombres, cuyo **nivel de instrucción**, refleja en un 75% con estudios primarios, el 15% ningún tipo de estudio, considerado con el INEC (2010), como población analfabeta y únicamente el 10% cuentan con secundaria, en cuanto a los **servicios básicos** en la finca, 20 familias cuentan con baño, 13 familias con energía eléctrica, 7 personas con telefonía pública y una persona tiene agua potable en la finca, **acceso otros servicios**, el 90% menciona que tiene acceso a educación y el 10% no tiene ningún acceso, **residencia responsable parcela**, la cercanía que debe existir entre la finca y el lugar de residencia es importante pues eso garantiza un mejor cuidado del cultivo, el por eso que el 90% reside en la finca, y el 10 % reside en otros lugares, corroborado por (2), el que indica que actualmente las plantaciones comerciales destinadas a la industrialización de jugo y / o concentrado se manejan con una responsabilidad de entrega del productor directamente a las plantas procesadoras, de tal forma que se abaraten costos de transporte y disminuir el tiempo transcurrido desde la recolección hasta la entrega en la fábrica. (4), **título propiedad**, 75% no cuenta con título de propiedad, lo cual se deduce que arriendan o tienen algún otro convenio con el propietario de la tierra.

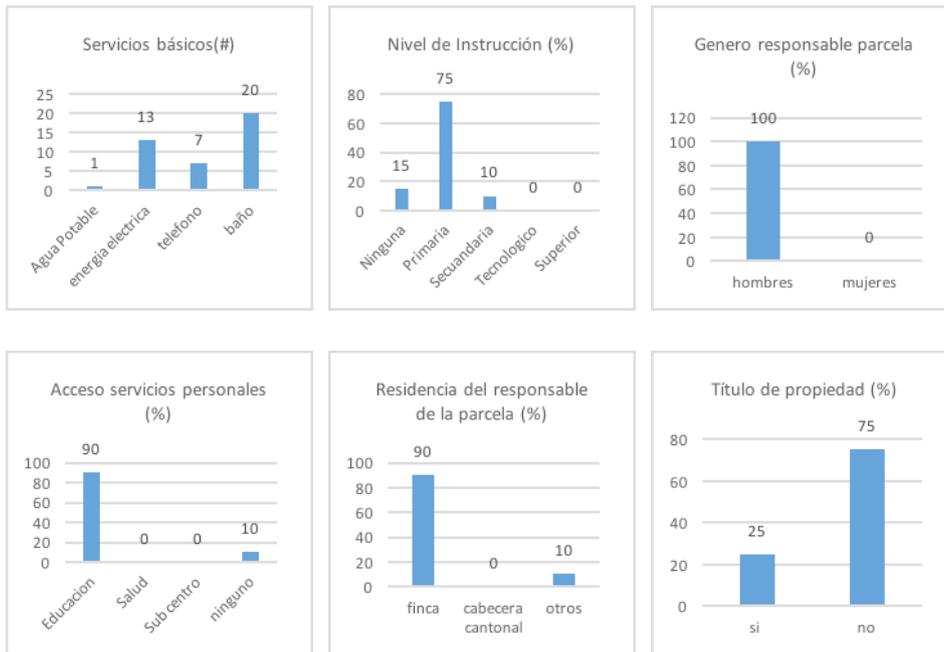


Fig. 2. Género, Nivel Instrucción, Servicios básicos, servicios personales, residencia y título de propiedad.

La Fig. 3 muestra que el 25% cuenta con título de propiedad, **pertenece a una organización**, el 85% no pertenece a ninguna asociación, el 10% manifiestan que son asociados ya que el ser parte de un organización u asociación representa un respaldo a la hora de gestionar o respaldar la producción, y el 5% pertenece a otro tipo de organización que se presume que es de índole familiar y nadie mantiene una asociación de tipo deportiva.

La tenencia de tierra representa que un 25% tiene de 1 a 5 ha, 25% más de 26 ha, un 20% tiene de 6 a 10 ha, y un 15% tiene 11 a 15 ha y 15% de 16 a 25 ha.

Para realizar labores agrícolas **utiliza mano de obra**, en los meses pico, donde la producción de maracuyá se eleva considerablemente, 40% de los productores indicaron que realizan contratos ocasionales para solventar la demanda de producción, de forma idéntica 60% de los propietarios de fincas señalaron que solo utilizan la mano del agricultor, es importante recalcar que ningún miembro de alguna asociación les presta asistencia alguna.

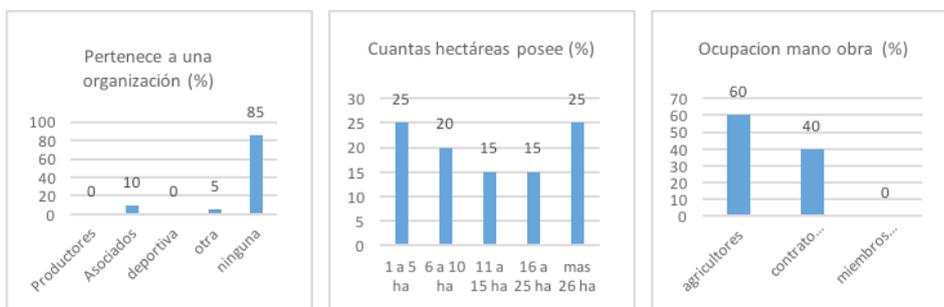


Fig. 3. Pertenece organización, hectáreas en posesión, ocupación mano de obra.

La Figura 4. Muestra **el tipo Agricultura en su finca**, basándose en el consumo, el usuario recibe un producto en un 90% producido por método convencional, a diferencia de 10% que opta por una agricultora orgánica en su terreno.

La dedicación y tiempo van de la mano a la hora de cultivar algún producto, sin embargo, el clima y riego determina que la cosecha se dé todo el año, los **cultivos que tienen en el terreno** el 55%, manifiesta que tiene en su finca tienen más de 3 cultivos, el 35% manifiesta que tiene en asocio el cultivo, y el 10 % manifiesta que tiene monocultivo.

**Fuente de agua para riego**, el 75% manifiesta que ocupa agua del rio, el 15% de pozo y el 5% de ojos de agua y el 5% de ninguna fuente únicamente el agua lluvia. **Sistema de riego que utiliza**, el 50% lo realiza a través de surcos, el 25% por agua lluvia.



Fig. 4. Tipo de agricultura, cultivos, fuente de agua, sistema riego

La Figura 5, indica que la **producción anual Maracuyá (ha)**, en Cojimés existe 19 ha en producción constituyendo la zona norte de Pedernales, en 10 de agosto existe 14 ha, en Atahualpa 6 ha, **variedad de maracuyá que cultivan**, un 74% manifiesta que cultiva la variedad denominada amarillo, un 26% la variedad rojo morado, información corroborada por (10), el cual señala que la variedad amarilla (*Passiflora edulis* L. L. var. flavicarpa) es de mayor interés comercial, puesto que es una planta más vigorosa; con hojas, ramas y zarcillos, de color amarillo, brillante. La pulpa es más ácida y envuelve las semillas de color pardo oscuro, las flores se abren al mediodía y se cierran después de las ocho de la noche, por ende es la variedad de mayor producción en Pedernales. (20)

En todo tipo de cosecha siempre se va a encontrar un **mejor tiempo de producción** es por ello que luego de aplicar el instrumento de investigación se verifico que con un 55% manifiesta que por el mes de Abril- mayo existe mayor producción, seguido del 20 % en el mes de marzo-abril, el 10 % en el mes de abril, 10% mes de mayo y el 5% mes de mayo-junio. Al momento de producir algún cultivo, existen muchos factores que influyen los cuales van desde el tipo de semilla, agricultor, suelo, clima, agua, fertilizantes, etc.

Sin embargo, Cojimés cumple con muchos de estos factores los cuales se comprueban

con la aplicación de este instrumento de investigación al demostrar que casi el 50% de la producción lo tiene esta parroquia, con 27000 kg/año, seguido la parroquia 10 de agosto con 24200 kg/año y 5900 kg/año en la parroquia Atahualpa, concordando con la información proporcionada por (10), a cual indica que el territorio con mayor superficie sembrada con maracuyá esta localiza en la franja costanera cálido seca y húmeda de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y en algunas zonas de Santo Domingo de los Colorados. (20)

En cuanto a la **Producción maracuyá kg/año**, en cuanto a las **actividades post cosecha**, el 100% manifiesta que realiza una clasificación, ya que el producto se lo expende o comercializa por peso y tamaño factor que llama la atención al consumidor, la **clasificación del producto** para la venta, 90% mezclado, sin ninguna clasificación adicional y 10% lo clasifican por variedad, el **lugar de venta del producto** 40% en la parroquia, 40% cantón, y el 20% otros lugares como son fuera del cantón específicamente, usados específicamente en en batidos, jugos naturales, zumos, productos procesados como son mermeladas y en la medicina.

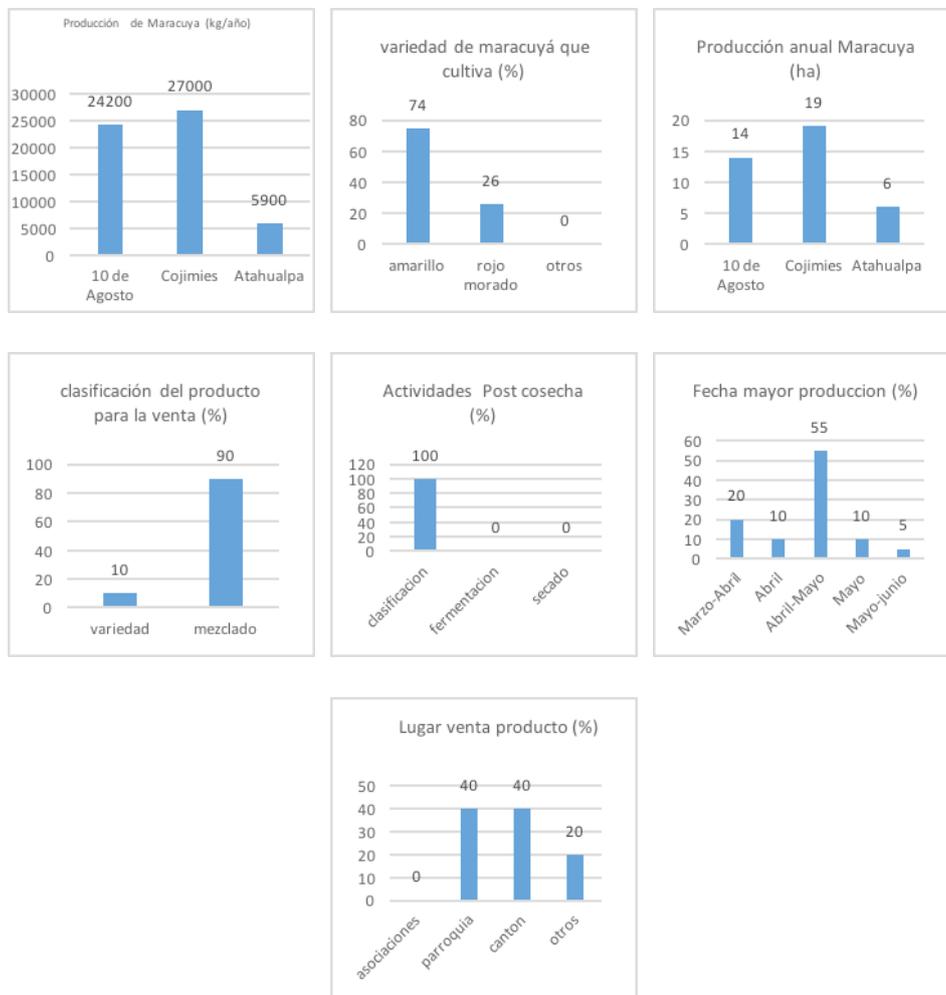


Fig. 5. Producción anual maracuyá, variedad, fecha mayor producción, kg/año, actividades pos cosecha y lugar venta.

La figura 6. denota que los **ingresos mensuales provienen** en un 75% únicamente de la agricultura; 20% responde a la crianza de animales; y el 5% proviene del comercio, tanto formal como informal, además **realizan otra actividad económica**, tomado la decisión de contar con una alternativa en la cosecha de cultivos, en un 75% que no tienen otra actividad económica

además de la agrícola reafirmando que la mayoría de los productores de maracuyá apuestan todo su tiempo a este rubro, y un 25% si cuenta con esta alternativa, la **actividad económica adicional que se dedica**, el 20 % de ellos realiza la cría de animales y 10% también se dedica al comercio informal.

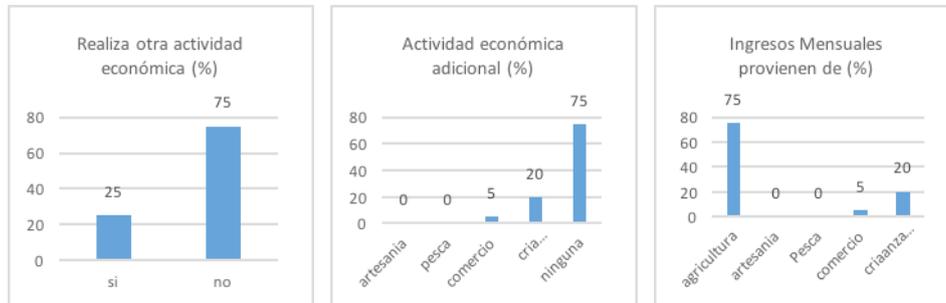


Fig. 6. Ingresos mensuales, actividad económica, otra actividad.

La figura 7. **En cuanto a capacitación agrícola**, el 85% de los agricultores no reciben ningún tipo de capacitación, el 15% de los productores detalló que si recibieron capacitaciones, por **parte de**, el Ministerio de agricultura y ganadería MAG, **los temas de producción le gustaría ser capacitado**, en talleres o reuniones en el siguiente orden según la importancia que mencionan son: fertilización, manejo de podas, control de plagas y enfermedades, cosecha, comercialización, manejo de viveros y producción de compost.

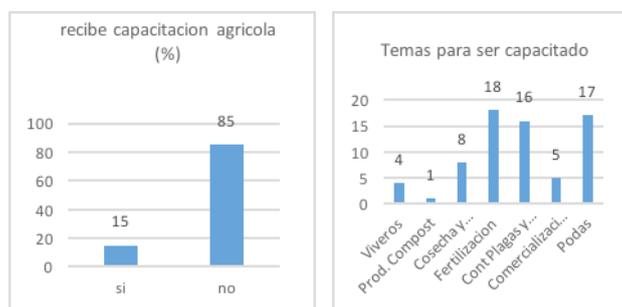


Fig. 7. Capacitación agrícola y temática.

#### 4. Conclusiones

En el cantón pedernales existe 266 productores aproximadamente del cultivo de maracuyá abarcando una extensión de 532 hectáreas, los productores del cultivo de maracuyá la mayoría son hombres, el 75% de los productores de maracuyá tienen educación primaria, lo cual denota un limitado nivel de formación, y por ende existe escasos conocimientos de negocios y comercialización, se tiene limitados servicios básicos, energía eléctrica, agua segura, atención en salud, limitada capacitación a los agricultores en el manejo del cultivo de maracuyá, inciden de manera directa en los rendimientos agro productivos, siendo efecto del manejo de los cultivares , en lo referente a distanciamiento, podas, fertilización, tutorado, control de plagas y enfermedades.

El aspecto organizativo asociativo se encuentra en proceso de fortalecimiento únicamente el 15% de personas pertenecen a una asociación u organización legal constituida.

En cuanto al sistema productivo y explotación de los recursos naturales, el 90% tienen un sistema de producción convencional y el 10% opta por una agricultura orgánica en su finca, con un 55% de terrenos con más de tres cultivos en rotación.

El aspecto productivo la parroquia Cojimíes cuenta con 27000 kg/año, seguido la parroquia 10 de agosto con 24200 kg/año y 5900 kg/año en la parroquia Atahualpa, manifestando que el 100% realiza actividades de pos cosecha, comercializando un 40% en la parroquia, 40% cantón, y el 20% fuera del cantón específicamente.

## **Bibliografía**

1. Avilán, L., Leal, F., & Bautista, D. [internet], Cultivo y producción. Caracas Venezuela 1989 [actualizada en noviembre 2018; acceso 18 noviembre 2018]. [citado 18 de noviembre 2018]. Manual de fruticultura: Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=CoozAQAAMAAJ>
2. AGRIPAC. [Internet] Manual del cultivo de maracuyá, [Base de datos Agripac Ecuador] Guayaquil, : EC.1998
3. Cañarte E, Valarezo A, Valarezo O. 2009. Manejo del cultivo de maracuyá ( *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) en el litoral ecuatoriano. Programa de Fruticultura Estacion Experimental de Portoviejo INIAP. 1:11-23
4. Chapman L. 1996. La nutrición foliar. [actualizada en diciembre 2017; acceso 10 enero 2018]. [citado 10 de enero 2018]. Informaciones Agronómicas N° 25; Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/2607C656965830608525801200607C31/\\$FILE/Art%202.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/2607C656965830608525801200607C31/$FILE/Art%202.pdf). 1:1-4
5. Corpei [Internet]. 2002. Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones Cultivo de maracuyá en Ecuador, calidad de origen [citado 11 de mayo del 2018]. Disponible en: <http://www.ecuadorexporta.org.ec>
6. Dulanto J, Aguilar M. 2011. Guía técnica manejo integrado de producción y sanidad de maracuyá. Piura, PE.: Universidad Nacional Agraria La Molina. 15-22.
7. Garcia M. 2002.. Guía técnica del cultivo de maracuyá. San Salvador, ES.: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 3-12
8. Guaras L, Suquilanda M. 2008. Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* l. var. *Cicla*.) a la aplicación complementaria de tres fitoestimulantes a tres dosis. Nayón, Pichincha. Rumipamba. 1:12-22
9. INEC [Internet]. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2014. Cifras poblacionales” Ecuador. Disponible en:
10. INEC [Internet]. Censo Agropecuario Nacional. 2002.[actualizada en diciembre 2017; acceso 19 diciembre 2017]. Disponible en:
11. Malavolta E. 2004. Nutrición y Fertilización del Maracuyá. Quito, EC. : Instituto de la Potasa y el Fósforo. 7-13
12. Masache V, León V. 2000. Respuesta del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) propagado por acodos a la fertilización química. Rumipamba, Santo Domingo de los Colorados – Pichincha. 1:52-54
13. Mejia G, Rosa A. Produccion y comercializacion de maracuya. [Internet]. 2014 [Citado el: 20 de diciembre del 2018] Disponible en : <https://es.scribd.com/doc/44688520/proyecto-de-maracuya> 10-31

14. Olmedo L. [internet]. Concejo de frutales del MAGAP. El maracuyá ante el TLC; 2005. [actualizada en enero 2017; acceso 24 abril 2017]. Disponible: [http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/184tlc\\_maracuya.pdf](http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/184tlc_maracuya.pdf). 12-22
15. Ortega C, León J. 2000. Evaluación de fitohormonas y abonos foliares, para mejorar el amarre de frutos. Cultivar punto amarillo. Tababela – Pichincha. Rumipamba. 1:47-48
16. Padilla W. 1999. Manual de la fertilización orgánica y química. Fertilización. Quito, EC.: Desde el surco. 1:3-8
17. PDyOT Pedernales 2010. Gobierno Municipal Descentralizado de Pedernales. Disponible en: <https://www.gadpedernales.com.ec>
18. PDyOT Pedernales 2016. Gobierno Municipal Descentralizado de Pedernales. Disponible en: <https://www.gadpedernales.com.ec>
19. Valarezo A, Valarezo O, Mendoza A, Álvarez H, Vásquez, W. 2014. El cultivo de Maracuyá: Manual técnico para su manejo en el Litoral Ecuatoriano. Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo. 1:10-19
20. Veliz G. 2015. Comportamiento agronómico de 22 nuevas poblaciones de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa Degener*) en la zona de quevedo, provincia de los Ríos. 1:12-20.
21. SICA [internet]. Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2009.[actualizada en enero 2017; acceso 18 enero 2017]. Disponible en: <http://www.magap.gob.ec/sigagro/spr/spr>



# CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

# *Pensamiento complejo, bases para una teoría holística de la educación superior en el rediseño curricular*

*(Complex thinking, bases for a holistic theory of higher education in curricular redesign)*

E. Macías<sup>(1)\*</sup>, G. Uquillas<sup>(2)\*\*</sup>, M. Aquino<sup>(3)\*\*\*</sup>, B. Macias<sup>(4)\*\*\*\*</sup>

- (1) Docente del Centro de Idiomas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(2) Docente Unidad de Admisión y Nivelación de la Universidad Nacional de Chimborazo  
(3) Docente del Centro de Idiomas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(4) Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Nacional de Cotopaxi

\* Tel: 0984267707 E mail: maciasevelyn@epoch.edu.ec

\*\* Tel: 0981317421 E mail gilmauquillas@hotmail.com

\*\*\* Tel: 0987254148. E Mail: marcoaquino111@hotmail.com

\*\*\*\* Tel: 0995651498 E mail: maciasbryan1994@gmail.com

## **RESUMEN**

El objetivo del presente artículo, consiste en realizar una reflexión sobre la perspectiva epistemológica de la complejidad desde las perspectivas de las ciencias. En este sentido, se defiende que un enfoque holístico puede servir de ayuda activa en la enseñanza de la complejidad desde un enfoque crítico y reflexivo amparados en nuevos paradigmas. Después de la relación del pensamiento complejo y la perspectiva holística en el aprendizaje con la dimensión mente que piensa, mente que siente, y mente intuitiva en la educación, trazamos la posibilidad de configurar diseños curriculares de aprendizaje relacionadamente desde la reflexión teórica donde se destaca los nuevos contenidos y asignaturas y la teoría fundamentada en la praxis que radica, en identificar procesos sociales mediante la construcción de teoría a partir de la realidad objetiva. Terminamos formulando desde la perspectiva filosófica y desde la concepción de la realidad se desprende, metódicamente, tres tipos de formaciones profesionales integradas y simultáneas, a partir de las cuales los profesionales en formación adquieren conocimientos, valores y prácticas demostrables transversalmente, durante toda su formación.

**Palabras claves:** Pensamiento complejo, educación holística, cerebro triuno afecto, rediseño curricular.

## **ABSTRACT**

The objective of the present article consists of the analysis of the new paradigms of the holistic education and its repercussions on higher education defined by the complexity and multidisciplinary. In this sense it is argued that a holistic approach can serve as an active help in the teaching of complexity from a critical and reflexive approach supported by new paradigms. After the relation complex thought and the holistic perspective in learning with the dimension thinking mind, feeling mind and intuitive mind in education, we design the possibility of figuring out learning curricular designs rationally from the theoretical reflection where the new contents and subject matters are outstanding as well as the theory based on the praxis which leads to identify social processes through the construction of theory from objective reality. We conclude by formulating from the philosophical perspective and the reality conception methodically three types of integrated and simultaneous professional formations from which professionals in formation acquire knowledge, cross demonstrable practices and values during all their formation.

**Key words:** Complex thought, holistic education, triune brain, curricular redesign.

## 1. Introducción

Los ejes básicos de sustentación y sostenibilidad de la calidad de la educación superior en el país, radican en las transformaciones de los modelos de organización del conocimiento, formación académica y de los aprendizajes, lo que hace que cualquier modelo debe sujetarse al cambio paradigmático, en la cual trascienda la integración de las funciones sustantivas de la Educación Superior: formación, investigación y gestión del conocimiento (vinculación con la colectividad), formando plataformas que se enlazan en cada uno de los procesos de gestión académica.

La revolución del pensamiento: cuando se trata de construir un método nuevo sobre la base de las ideas complejas que emanan de las ciencias y su conjugación con el pensamiento humanista, político social y filosófico, como es el caso del pensador francés Edgar Morín. También se utiliza pensamiento complejo en un sentido más estrecho, para designar a los estudios científicos que intentan explicar las dinámicas complejas de los objetos en estudio, sin extraer de ello consecuencias metodológicas más generales; es decir, es la complejidad del conocimiento y la democracia cognitiva. Ello llevaría a la universidad, como plantea el mismo autor, a la “revolución paradigmática” o la llamada también, “reforma del pensamiento”.

Para Morín, esta revolución paradigmática depende de una revolución propia de la conciencia, y nos precisa: “no se puede reformar las instituciones si no se reforman los espíritus y no se puede reformar los espíritus sin reformar las instituciones”. Deja claro, además, que: “la revolución paradigmática no solo amenaza los conceptos, las ideas, las teorías, sino también el estatus, el prestigio y la carrera de todos aquellos que viven material y psíquicamente de la creencia establecida; cambiar de paradigma es a la vez cambiar de creencias, de ser y de universo desde el fundamento de la autorreflexión”

La educación superior en la actualidad, se sustenta en una formación teórica con un mayor grado de simplicidad; lo que provoca, que no existe un pensamiento lógico y crítico, y si a todo esto se añade la manipulación de la información del poder mediático nos convierte en una destrucción del pensamiento. Hoy la educación no sufre el salto de la simplicidad a la complejidad, basados en los cambios que deben operarse para integrar la transición del conocimiento disciplinar, al inter y transdisciplinar; de la homogeneidad de actores y espacios de aplicación del conocimiento, y sobre todo la honestidad, así de esta manera fortalecer los circuitos de producción del conocimiento cerrados y descontextualizados, a circuitos abiertos y en contextos de aplicación; y de la aplicación técnica y comercial de los saberes a la “aplicación socialmente en innovación y emprendimiento.

Los nuevos horizontes de formación del talento humano de la nación deberán centrarse en sus capacidades cognitivas para la creación y re construcción del conocimiento en contextos de investigación e innovación. Para ello la educación superior deberá proporcionar ambientes de aprendizaje con claras dinámicas de organización del conocimiento y los saberes, que produzcan espacios sociales y epistemológicos para interpretar los problemas de la ciencia y la realidad, orientados a la implicación con su transformación, en el marco de una formación de hacer ciencia – conciencia.

La sociedad de la información es una sociedad sin límites, que ha generado cambios en la dinámica de las sociedades en todo el mundo. Esto conduce a construir maneras alternativas

de estructurar la educación, la enseñanza, el aprendizaje, la economía etc., con perspectivas de comportamiento globalizado (López, 1997).

Este trabajo investigativo tiene como objetivo realizar una reflexión sobre la perspectiva epistemológica de la complejidad desde las perspectivas de la ciencias y para ello, aboga por el análisis la cultura sistémica desde la complejidad dado que permite la aplicación de esquemas metodológicos no lineales, ajustándose al entramado en el que operan las relaciones humanas como uno de los marcos genéricos más adecuados para el análisis de las culturas organizativas. La investigación plantea la novedad científica de superar los paradigmas clásicos de la ciencia.

## 2. Metodología

Presentamos en el presente artículo las ideas fundamentales que han guiado el proceso investigativo, caracterizando el diseño, las fases, los instrumentos de recogida de información y las estrategias de análisis desarrolladas en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo como referencia en los programas de Rediseño Curricular en las carreras de la facultad de Administración de empresas y para el estudio se determinó la carrera de Administración de Empresas

### *Reflexión teórica*

Desde la reflexión teórica realizada, la evaluación se configura como un objeto de investigación de especial relevancia por su incidencia en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Todo lo que ocurre en el aula universitaria está condicionado por cómo es diseñada los contenidos en la malla curricular basado en el perfil que se pretende alcanzar que logros de aprendizaje desde la complejidad se ha trazado y a través de esta como es desarrollada la evaluación.

### *La teoría fundamentada en la praxis:*

Como ya hemos indicado, dadas las características de nuestra investigación, pensamos que la TF es una estrategia de análisis de la información idónea que nos puede permitir dar respuesta al problema formulado. La TF tiene como objetivo identificar procesos sociales mediante la construcción de teoría a partir de los datos, por lo que mantiene un vínculo constante con la realidad cotidiana en la que surge y con el marco teórico del investigador desde la educación holística.

### *Por consiguiente se realiza mediante las siguientes estrategias:*

La primera es la que reconocemos como método comparativo constante en adelante MCC, por el cual el investigador simultáneamente codifica y analiza datos para desarrollar elementos organizadores

La segunda estrategia es el muestreo teórico. El investigador selecciona nuevos casos a estudiar según su potencial para ayudar a refinar o expandir los elementos organizadores y teorías ya desarrolladas, realizando al mismo tiempo la producción, recolección y análisis del dato, como indicamos en la presentación de la muestra aludiendo al proceso de selección de nuevos casos de estudio. Si bien estos procedimientos proporcionan algún grado de estandarización y rigor en el proceso, no fueron diseñados para seguirse de manera dogmática, sino para usarlos de manera creativa y flexible si los investigadores los consideran apropiados (Corzo y Marcano, 2009)

### *Consideraciones epistemológicas y ontológicas*

Dado el carácter flexible y abierto de la investigación que presentamos, optamos por un diseño de estudio de caso (Ruiz y Mora, 2009) de corte cualitativo, asumiendo que no podemos conocer nunca la realidad, solamente podemos tener interpretaciones de ella y por tanto nuestras ideas determinan lo que conocemos.

### **3. Desarrollo y Discusión**

#### *Paradigma de la Complejidad Sistémica*

Ante el reto de dar respuesta a los problemas educativos, sociales y ambientales actuales, el paradigma de la complejidad constituye una forma de situarse en el mundo que ofrece un marco creador de nuevas formas de sentir, pensar y actuar que orientan el conocimiento del mundo y la adquisición de criterios para posicionarse y cambiarlo (2) Morín (2000) da multitud de referencias al paradigma de la complejidad en contraposición a lo que denomina paradigma de la simplificación. Este plantea la necesidad de construir un pensamiento complejo y la importancia de una acción ciudadana orientada por una forma de posicionarse en el mundo que recupera los valores de la modernidad. A lo largo de las últimas décadas el paradigma de la complejidad ha sido tomado como referente desde distintos ámbitos, en especial desde aquellos asociados a la educación ambiental (García, 1995).

El enfoque educativo complejo asume que todo se relaciona. Pensamos lo que hacemos y hacemos lo que pensamos, sintiendo la íntima satisfacción de la comunicación o la emoción del descubrimiento y de la construcción. Cabeza, corazón y manos estimulan y se alimentan mutuamente: cuanto más nos satisface algo, más queremos compartirlo y más aprendemos (López, 2008). Por otra parte, se suele admitir sobre todo a partir de los estudios de sociología de la educación y de historia social del curriculum que la distribución desigual y compartimentada del conocimiento es más bien fruto de circunstancias históricas y sociales, más que del „estado natural“ de la cognición humana (García, 2000). El ser humano es a la vez físico, psíquico, biológico, cultural, social e histórico. Esta unidad compleja del ser humano está desintegrada en la educación a través de las disciplinas, lo que imposibilita aprender lo que es ser humano.

Desde el punto de vista del aprendizaje de la complejidad y la neurociencia, aprender se convierte en aprender a aprender conjugando el aprendizaje lógico y creativo, a cambiar de opinión, de objetivo o de instrumento a partir de contrastar el modelo disciplinar con la respuesta recibida del entorno. Desde un marco abierto, creativo y flexible, se construye un espacio de diálogo continuo entre pensamiento, acción y comunicación (Bonil, Junyent y Pujol, 2010a). Los conocimientos generados en la disciplina se consideran como pasos parciales que se complementan con otros conocimientos y otras disciplinas (Geli, 2005).

Según Izquierdo et al. (1999) los procesos de enseñanza aprendizaje son procesos de modelización donde pensar, hacer y comunicar se constituyen como tres dimensiones, básicas (Izquierdo y Sanmartí, 2003). Las acciones educativas significativas son las que ponen en relación estas tres dimensiones de forma que aquello que se hace, se piensa y se siente en un continuo bucle retroactivo (Bonil, Junyent y Pujol, 2010b). En este proceso de construcción de conocimiento, los modelos conceptuales de las disciplinas toman relevancia como una de las formas en que los individuos construyen patrones organizativos de los hechos del mundo (Varela, 1989).

Para ello es importante lo que es el método holístico que Intenta una comprensión holística de la realidad basados en buscar la verdad, mediante el análisis estructural de una relación, maximizada en su propia complejidad, entre el todo (que está en cada parte) y sus partes (sabiendo que cada parte está también en el todo). Partimos del holismo obedece a la noción de totalidad, de integralidad que nos remite al ser humano como una entidad multidimensional, y cuya formación debe tener tal cariz y en virtud de la cual, las diversas dimensiones se vean beneficiadas de dicho proceso formativo. “Etimológicamente el holismo representa “la práctica del todo” o “de la integralidad”, su raíz holos, procede del griego y significa “todo”, “íntegro”, “entero”, “completo”, y el sufijo ismo se emplea para designar una doctrina o práctica.” (Briceño et al., 2010, p.74)

Al fundamentar el paradigma de la complejidad se deber dar referencia al pensamiento de Edgar Morín en el cual detalla los siete principios no describen asignaturas o conceptos para ser enseñados en las instituciones educativas sino son postulados que señalan aspectos clave para una educación para el futuro. Estos principios son:

1. El principio sistémico u organizativo.
  2. El principio hologramático.
  3. El principio de bucle retroactivo o retroalimentación.
  4. El principio del bucle recursivo.
  5. El principio de autonomía/dependencia.
  6. El principio dialógico.
  7. El principio de reintroducción del que conoce en todo conocimiento.
- 
1. El principio sistémico u organizativo: Tiene referencia a las partes al todo. Pascal (citado por Morín, 2007) dice que es “imposible conocer las partes sin conocer el todo y conocer el todos sin conocer las partes...” (p. 98). Morín (2007) lo expresa al mencionar que “todos los problemas particulares no pueden plantearse y pensarse correctamente si no es en su contexto, es decir la holística traduce a la formación del ser humano.
  2. Principio hologramático; La interpretación holográfica requiere aprender un nuevo estilo de analizar el mundo; desde el enfoque del pensamiento crítico en vista que, este pensamiento “plantea la necesidad de no perder de vista las diferentes escalas de análisis de los fenómenos para poder viajar entre ellas sin perder de vista las conexiones” (Izquierdo et al., 2004, p. 25).
  3. El principio de bloque retroactivo o retroalimentación: Aquel que permite el conocimiento de los procesos autorregulados (feedback) y que rompe con el principio de la causalidad lineal. Por ejemplo: hace referencia al procesamiento de la información que le permite organizar y ejecutar para resolver situaciones problemáticas basados en simulaciones o experiencias para un aprendizaje complejo.
  4. El principio del bloque recursivo: Para Morín (2007), la recursividad es uno de “*los modos de pensar que [...] permitirían concebir que una misma cosa pueda ser causada y causante, ayudada y ayudantes, mediata e inmediata*” (p. 28). En otras palabras, la realidad se vuelve una cadena en que se necesita una causa A para el efecto B. Pero como el fenómeno se continúa multiplicando, el efecto B es ahora la causa B del efecto C, y así sucesivamente.

5. El principio de autonomía/dependencia. El principio que dice que los seres vivos desarrollan su autonomía en dependencia de su ambiente (en el caso de los seres humanos, de su cultura).
6. El principio dialógico. Permite asumir, racionalmente, la inseparabilidad de nociones contradictorias para concebir un mismo fenómeno complejo. Por ejemplo: cuando se considera la especie o la sociedad, el individuo desaparece, pero cuando se considera al individuo es la sociedad la que desaparece. Según este principio, “el pensamiento debe asumir dialógicamente los dos términos que tienden a excluirse entre sí” (Morín, 2002).
7. El principio de reintroducción del que conoce en todo conocimiento. Indica que todo conocimiento es una reconstrucción/traducción que una mente/cerebro hace en una cultura y un tiempo determinado para la interpretación sujeto - objeto

Así, para Morín, la reforma del pensamiento, constituye un intento por organizar el conocimiento de manera distinta, pero no como una simple (re)organización de los contenidos curriculares en los distintos niveles de la educación, sino como un modo de tener “la cabeza bien puesta”, es decir, un modo de instaurar nuestras ideas bajo el paradigma de la complejidad, un paradigma que enfatiza en las complejas relaciones que nos constituyen como sujetos humanos. Ese es el sentido de los principios que Morín señala como indispensables para alcanzar este objetivo de la educación superior

Desde esta perspectiva, el pensamiento complejo es la forma más natural de percibir e interpretar la realidad basados en la búsqueda de la verdad, por ello Morín (2008) dice que “la naturaleza se reconoce como sistema de sistemas, como totalidad polisistémica que porta también indeterminación, incertidumbre, auto organización, rasgos que hacen inoperantes y obsoletas las pretensiones humanas de control y dominación sobre ella” (p. 6). En otras palabras, si la naturaleza que funciona por instinto sobrevive gracias a su complejo sistema de supervivencia; entonces, será digno copiar su modo de operación y fomentar la multiplicidad de sistemas que trabajan para un mismo fin.

Al considerar la complejidad como una forma de pensar, un marco de valores y una forma de orientar la acción, permite situarla como paradigma, entendido como el conjunto de asunciones interrelacionadas sobre el mundo social que aportan una estructura filosófica y conceptual para el estudio del mundo (Kuhn, 1971). En concreto, se conforma como un marco teórico que se genera de forma dinámica en la interacción entre los tres elementos alumnos, profesor y contenidos y el contexto en el que están inmersos (Bonil, Junyent y Pujol, 2010b). Entiende las disciplinas desde una perspectiva no reduccionista, en que la relación disciplinar se da desde la equidad huyendo de toda jerarquía. Desde este punto de vista los fenómenos se constituyen como espacios de diálogo disciplinar y a la formulación de preguntas se añade la dimensión de herramientas focalizadoras hacia una disciplina concreta. A través de las preguntas los procesos de enseñanza - aprendizaje se constituyen en viajes continuos entre lo global y lo esencial, lo transdisciplinar y lo disciplinar

Ahora bien, este paradigma de la complejidad, no sólo viene a conformarse desde lo ontológico de cómo es la realidad, sino que, requiere de una coherencia epistemológica, de cómo se piensa y concibe para dar sentido a este atributo de la sociedad y naturaleza que rebasa lo simple. De ahí que, las propuestas de la epistemología de segundo orden, el pensamiento

complejo o la racionalidad no clásica, son cada vez más admitidas.

### *Presencia del paradigma científico complejo*

Los modelos educacionales basados en el paradigma científico complejo, como el constructivismo, las propuestas de Morin o Lipman, entre otras, deben guardar coherencia con el nuevo cuadro científico de mundo. De ahí que el proceso de enseñanza aprendizaje debe contemplar:

1. Que la dualidad cartesiana, es un pensamiento superado por la realidad. El un micro sistema, como sistema autopoiético como lo sujeto actual se concibe ya sea como acuñara Maturana, Varela y Uribe, de todas formas, no es un ladrillo, es una relación. Los alumnos no son objetos, y una consideración así, representa, como dijimos, una imposición de poder. Debe, por consiguiente, plantearse con ellos y como sujetos insertos en el tejido social.
2. La reconstrucción del sujeto, del conocimiento, del mundo y la vida como su lugar propio y no la entidad discreta-escuela.
3. Para este paradigma, los sistemas de ideas, teorías y conocimiento, es dinámico y emergente, dado lo cual, lo único posible por hacer, es permitir al alumno, construir el suyo, sin caer en un solipsismo o idealismo subjetivo, por eso que se da, a partir de su construcción contextualizada dentro de una estructura social.
4. De acuerdo a lo anterior, resulta desfasada la creencia que permite sostener, la transmisión de un conocimiento.
5. La inexistencia de un sujeto-alumno-átomo-lineal, permite potenciar el pensamiento crítico. Pues, uno de los motivos de su no desarrollo, consiste, precisamente en las incoherencias epistemológicas del proceso de enseñanza aprendizaje.
6. Ni la realidad que se pretende facilitar, a través, del proceso educativo, ni el proceso de enseñanza-aprendizaje, representan una dinámica causal, predictiva y por consiguiente, los desórdenes, la incertidumbre y el caos son parte integrantes del proceso y deben ser reconocidas. Lo anterior no implica el reconocimiento de un caos epistemológico, ni la imposibilidad de actuar con claridad en el mundo, ni, tampoco, una construcción subjetivada del mundo; por el contrario, implica la consideración a una perspectiva dialéctica, sólo que, se habían eliminado ciertos componentes, como las relaciones contradictorias, sus unidades, sus interconexiones lineales y no lineales, sus pasos adelante y atrás.
7. El aporte del Pensamiento Complejo mediante la aplicación de sus criterios o principios como lo son, el principio sistémico u organizacional, principio hologramático, principio de retroactividad, principio de recursividad, principio de autonomía/dependencia, principio dialógico y principio de reintroducción del cognoscente en todo conocimiento (Morín, 1999, 2003), posibilitan interrelacionar todas las separaciones del paradigma anterior.
8. Y la aceptación que todo proceso cognitivo contiene valoración, permite que el juez del

conocimiento no sea el profesor, ni lo que enseña sea un dogma neutral, sino que sea la propia práctica quien decida. Por lo mismo, la responsabilidad, como afirmáramos se hace histórica.

### *Holismo y reto del pensamiento complejo en educación*

Es importante que la educación superior, tenga una mirada a la educación holística fundamentada en dos aspectos: el amor y la felicidad; las universidades hoy en día no enseñamos a como ser felices de una forma holística. La felicidad tiene su punto de partida en la decisión de ser felices con lo que haces y sobretodo ser feliz conociendo tu potencialidad de cuidar a ti mismo físicamente, económicamente y emocionalmente. Si la médula del proceso educativo, es la formación integral del ser humano, es coherente reflexionar y actuar, en función de la articulación de saberes, sentires y placeres. Toda pedagogía liberadora, tiene que interconectarse, inevitablemente, con el *AMOR*, lo que involucra una carga inmensa de sentido, ligado a la creatividad y a la espiritualidad lo que, a su vez, nos lleva a pensar en que ésta es una tarea urgente de la educación: el trascender el discurso en función del ser.

En la actualidad, cada vez más personas reconocen que si no ubicamos el amor y la espiritualidad como el centro de la transformación humana, probablemente, como especie pronto dejaremos de existir. Maturana (1999), señala que somos “animales amorosos”, por tanto, debemos comprender que la esencia de todas las cosas está en el *AMOR*. Según Morín (2003): “Nosotros, vivientes y por consiguiente humanos, hijos de las aguas, de la tierra y del sol, somos una pequeña paja, un feto incluso, de la diáspora cósmica, unas cuantas migajas de la existencia solar, un menudo brote de la existencia terrena” (p. 29).

Además los seres humanos somos seres trascendentes y lo somos en varios sentidos. Primero, por cuanto podemos pensar en maneras de ser distintas de las que hemos alcanzado y en mundos diferentes y mejores de los que nos corresponde vivir. Pero también porque nos sentimos atraídos por el misterio de la vida y buscamos indagar en él. Tenemos una innata vocación a la espiritualidad. (Echeverría, R 2011, p. 40)

### *Dimensión de los rasgos afectivo – emocional en educación*

Martínez, M (2000) manifiesta que la holística, en general, es un proceso natural de la mente humana y, por ello, indispensable e, incluso, imprescindible como ideal o utopía inalcanzable, pero orientadora en todos los aspectos de la vida humana. Sin embargo, ¿de qué holística se habla? Se dice repetidamente que el mundo es un todo, una globalidad, una totalidad, que „el universo es una sola realidad“ (p.16)

Al determinar el enfoque holístico de la realidad es amparar la búsqueda de explicaciones, tal vez más ecuánimes, de lo que sucede. Por ejemplo, hoy existe violencia enmarcada en las redes sociales porque piensas diferente recibes insultos y además en nuestro país se vive una crisis de ética y particularmente de la ética ontológica, será que en el campo educativo no desarrollamos la inteligencia emocional y la empatía, y es muy común insultar a las personas y se parece normal; es decir, no han desarrollado nunca la habilidad de empatía con otras personas en general. En términos generales lo que se quiere decir es que, por distintas razones, hay niños y jóvenes que no son capaces de sentir la más mínima compasión por sus semejantes.

Por consiguiente nace una pregunta en la educación superior. Se trate o no de conseguir la cuadratura del círculo, sobra la duda en cuanto a la enjundia del asunto. Si de lo que se trata es de nutrir en lo posible la dimensión afectiva, emocional, sin dejar de cuidar la aptitud y el desempeño académico, poco inteligente será la marginación de un enfoque holístico del aprendizaje, al proporcionarse desde tal atalaya una visión realmente ex-tensa e in-tensa de la educación y el desarrollo humano.

Miller (1999), que es profesor del Instituto de Estudios Educativos de Ontario (Universidad de Toronto), ha referido una tríada de elementos que ilustran en buena medida la dinámica que se pretende. Permítasenos detenernos en su consideración.

El primero de los elementos a los que se refiere este investigador canadiense es la necesidad de equilibrio entre algunos acentos que circundan las aulas: aprendizaje individual vs. Aprendizaje de grupo, pensamiento analítico vs. - pensamiento intuitivo, denominado por algunos como „pensamiento visual“ (Sonnier 1992), contenido vs. - proceso, etc. Según este punto de vista, a un excesivo énfasis en el aprendizaje activo ha sucedido, en muchas escuelas americanas, una radical preocupación por la elevación de los niveles académicos (interesa mucho más lo que los chicos han aprendido que el proceso seguido hasta ese punto). Es por ello que la visión holística consistiría en favorecer un equilibrio entre aprendizaje y evaluación, sin concesiones ni hiperbólicos privilegios para ninguno de los dos aspectos.

En segundo lugar, la vertebración holística del aprendizaje se corresponde con una escuela que favorece la inclusión y no la exclusión dentro de sus recintos; una escuela que respeta la diversidad cultural y aprovecha sus ventajas para fortalecer un sentido de comunidad y de civilidad. En ese contexto, ampliar y adaptar la gama de estrategias de enseñanza-aprendizaje no es algo ajeno a una pedagogía de la equidad (Nieto 1999), si tenemos en cuenta los factores que afectan a la distribución del éxito en las escuelas.

La línea de avance, en el sentido holístico, exige mayores dosis de equilibrio entre tres clases de aprendizaje, uno que podemos llamar „de flujo informativo en una única dirección“, otro „de transacción“ que, aunque más interactivo, corre el riesgo de hipertrofiar el desarrollo cognitivo y la resolución de problemas, y uno llamado „transformacional“ en el que el centro no es sólo el desarrollo intelectual sino también el desarrollo emocional, estético, moral, etc.

Se trataría, por tanto, de situar otro tipo de aprendizaje, más consonante con el poder de autodeterminación que regula el auténtico crecimiento humano. A diferencia de épocas pasadas, es posible ahora extender paulatinamente sus beneficios en la misma medida en que la cualificación de los procesos educativos ha ido pareja con el estudio y reconocimiento de la vida interna del alumno.

El enfoque educativo complejo asume que todo se relaciona. Pensamos lo que hacemos y hacemos lo que pensamos, sintiendo la íntima satisfacción de la comunicación o la emoción del descubrimiento y de la construcción. Cabeza, corazón y manos estimulan y se alimentan mutuamente: cuanto más nos satisface algo, más queremos compartirlo y más aprendemos (López, 2008). Por otra parte, se suele admitir sobre todo a partir de los estudios de sociología de la educación y de historia social del curriculum que la distribución desigual y compartimentada del conocimiento es más bien fruto de circunstancias históricas y sociales, más que del „estado natural“ de la cognición humana (García, 2000). El ser humano es a la vez físico, psíquico,

biológico, cultural, social e histórico. Esta unidad compleja del ser humano está desintegrada en la educación a través de las disciplinas, lo que imposibilita aprender lo que es ser humano. Debe ser restaurada de manera que cada uno, esté donde esté, tome conocimiento y consciencia al mismo tiempo de su identidad compleja y de su identidad común a todos los seres humanos. Así, la condición humana debería ser objeto de cualquier educación. Aquí se enuncia un problema epistemológico, es imposible concebir la unidad compleja de lo humano por medio del pensamiento disyuntivo que concibe nuestra humanidad de manera insular fuera del cosmos que lo rodea (Morín, 1999).

Desde el punto de vista del aprendizaje, aprender se convierte en aprender a modular la acción, a cambiar de opinión, de objetivo o de instrumento a partir de contrastar el modelo disciplinar con la respuesta recibida del entorno. Desde un marco abierto, creativo y flexible, se construye un espacio de diálogo continuo entre pensamiento, acción y comunicación (Bonil, Junyent y Pujol, 2010a). Los conocimientos generados en la disciplina se consideran como pasos parciales que se complementan con otros conocimientos y otras disciplinas (Geli, 2005)

Según Izquierdo et al.(1999) los procesos de enseñanza - aprendizaje son procesos de modelización donde pensar, hacer y comunicar se constituyen como tres dimensiones básicas (Izquierdo y Sanmartí, 2003). Las acciones educativas significativas son las que ponen en relación estas tres dimensiones de forma que aquello que se hace, se piensa y se siente en un continuo bucle retroactivo (Bonil, Junyent y Pujol, 2010b). En este proceso de construcción de conocimiento, los modelos conceptuales de las disciplinas toman relevancia como una de las formas en que los individuos construyen patrones organizativos de los hechos del mundo (Varela, 1989). Por tanto, los procesos de enseñanza - aprendizaje deben vincularse a nuestro medio ambiente entendido en sentido amplio, pues aprendemos en tanto en cuanto somos capaces de solucionar las nuevas situaciones que encontramos. Es imprescindible que la realidad socio educativo y los problemas asociados estén presentes en las aulas universitarias, conectándolos con el conocimiento académico.

#### *Consideraciones finales: hacia una teoría holística de la educación*

Es necesario plantear otro modo de entender la construcción de los sujetos en su mundo, integrando las dimensiones del conocimiento y proyectándolas desde la totalidad del ser humano que aprende, cognitiva y afectivamente hablando. Por ello, la educación debe contar con resortes epistemológicamente precisos en esa dirección, depurando sus enfoques explicativos y abriendo nuevas vías al conocimiento.

Debe haber un continuo de búsqueda intelectual acerca de los beneficios que para estudiantes y profesores puede suponer una auténtica comprensión holística de la realidad. No hemos de permanecer pasivos ni conformarnos con simples fognazos de luz que pueden deslumbrar pero no es lo común que lleguen a iluminar. Creemos, naturalmente, que el conocimiento sobre esta cuestión correrá parejo con el que se vaya avanzando en torno al cerebro.

Puede que los pedagogos tengan la gran oportunidad, en esfuerzo mancomunado con otros científicos, de contribuir a un mayor conocimiento sobre el cerebro. A diferencia de Breuer (1997) y su radical escepticismo sobre las posibilidades de acotar el puente entre cerebro y educación, son muchos los especialistas que se afanan, desde ambas orillas, en seguir mostrando vías de colaboración. Quien escribe no se cansará de agradecer la deferencia de queridos

colegas, adscritos a las Facultades de Medicina y Educación, permitiéndole a participar en el grupo que en Santiago de Compostela impulsó con enorme entusiasmo el recordado Dr. Lisardo Doval.

Una cosa es que neurociencia y pedagogía sean campos de estudio ciertamente no equiparables, y otra, muy distinta, es cerrar los ojos a las ventajas de sus mutuas implicaciones. Existen ya, afortunadamente, equipos multidisciplinares que colaboran en programas de investigación cuyo propósito es ahondar en el conocimiento de lo que llamamos „funciones cerebrales superiores“. Estamos plenamente de acuerdo con Sierra Paredes y Sierra Marcuño (2000) cuando afirman que la pedagogía obtendrá más provecho integrándose en esos grupos que tratando de aplicar directamente en su práctica profesional los insuficientes conocimientos neurobiológicos de que disponemos hoy en día.

La acción pedagógica de carácter holístico ha de superar incluso el planteamiento hemisférico, de un lado o del otro; de ahí el sentido de la elocuente llamada en favor de una pedagogía y una educación esféricas, no simplemente hemisféricas. De una forma o de otra, volvemos a recuperar una pedagogía sistémica. Es lo que sostiene Vázquez Gómez (2000: 359-360), con el que también acordamos, que la pedagogía holística debe ocuparse de un diferencial muy significativo en educación, el hiato entre pensamiento tácito y el pensamiento expreso, además de no pasar por alto la necesaria conjunción del mundo de los hechos y del mundo de los valores.

El eje de la innovación posible está, como siempre, en la formación del profesorado. Su toma de decisiones sobre lo que procede hacer en el aula se asienta normalmente en un „modelo mental“ acerca de la enseñanza y el aprendizaje. Y lo más importante, ¿cuál es su visión nuclear del conocimiento?: ¿conciben el conocimiento básicamente fragmentado o básicamente conectado? Es palmario que, dependiendo de tales creencias, no actuarán ni seleccionarán estrategias del mismo modo. La interconexión entre materias no se procura si no se sabe algo, implícita o explícitamente, de perspectiva holística. Así, mientras los profesores no entiendan o valoren la interconectividad, recordando unas palabras de Caine y Caine (1997), no estarán en condiciones de apelar a estrategias que impliquen una enseñanza de ese cariz. Con el consiguiente peligro de prorrogar la segregación entre pensamiento y sentimiento, marginando de paso el papel de la emoción como vía de contacto con la realidad y motor del aprendizaje humano.

La interacción y la interconectividad de las partes son rasgos de una pedagogía consciente de que trata con problemas no lineales. Disponemos de conocimientos difusos pero también podemos presumir de conocimientos concretos y estructurados sobre muchos ámbitos de intervención pedagógica que ya están ayudando a la mejora de la educación en la sociedad del conocimiento.

## **Discusión**

De acuerdo a la investigación se presentan los resultados basados en la metodología aplicada. Para finalizar concluiremos en que, una estrategia útil para intentar diseñar el currículo que orienten a la complejidad, puede ser cambiar la metáfora con que diseñamos el currículo: de la edificación que normalmente utilizamos, al holograma

## **Reflexión teórica**

### *Integración Curricular: Unir lo Desunido*

La Integración Curricular en la educación superior, tiene es un enfoque profesional pero no andragógica lo que evidencia que los contenidos son desarticulados de acuerdo al perfil, esto limita a docentes y estudiantes a identificar e investigar sobre problemas y asuntos siendo que las fronteras del conocimiento o las disciplinas sean un obstáculo. Para este es importante la Integración Curricular consiste en:

1. Organizar temas que se desprenden de experiencias de la vida cotidiana, lo que permite a los estudiantes reflexionar sobre la vida diaria y promueve la colaboración entre estudiantes y docentes desde el enfoque de complejidad y las neurociencias del aprendizaje.
2. Desde esta perspectiva, el aprendizaje está segregado en materias compuestas por hechos desconectados. Los y las estudiantes usan destrezas de todas las disciplinas para investigar y aprender de lo aprendido y no aprender a aprehender.
3. Se ofrece un amplio acceso al conocimiento a todos los y las estudiantes al aprender que es válido y relevante que estudiantes provenientes de muchos contextos culturas y pensamientos convergentes y con diversas habilidades puedan ofrecer su contribución.

Podemos decir, entonces, que la Integración Curricular se enmarca en un enfoque pedagógico – andragógica; en el cual, el contenido a ser aprendido se toma de distintas áreas para concentrarse en un tema o tópico en particular. Por ejemplo, en vez de estudiar ética profesional y Responsabilidad Social , un grupo de estudiantes podría estudiar una unidad llamada “Bioética” que les permitiría usar la ética y su comportamiento con el respeto a la vida y el cuidado del ambiente, contenidos que se encuentran desintegrados en la EcoinTELigencia y la filosofía como tal.

### *Presupuestos*

Estudios realizados en la investigación se puede afirmar que en la educación superior en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la mayoría del currículo, programas y planes de estudio, están organizados en disciplinas separadas y materias divididas y desconectadas. Más aún, las diversas disciplinas (que están separadas unas de otras), se componen de hechos y datos, que a su vez están desligados en los sílabos con los logros de aprendizaje y los objetivos.

El sistema educativo a nivel superior, se orienta hacia la especialización; cada vez que averiguamos algo nuevo y diferente acerca del mundo se implanta una nueva disciplina académica, profesional o científica;. El aprendizaje se ha fragmentado en campos de estudio cada vez más restringidos, bajo el supuesto cartesiano-newtoniano de que cuanto más sepamos de las partes, más preparados estaremos para conocer el todo que dichas partes componen.

La mirada de la Integración Curricular presupone que es necesario integrar lo que ha nacido separado, desagregado, fragmentado. Es decir, parte de un Currículo desarticulado el cual es necesario unir. Desde mi perspectiva, la Integración Curricular emerge como una necesidad de re-unir lo que ha sido separado

### *Dewey y las actividades ocupacionales*

Más allá de la integración de contenidos que provienen de distintas disciplinas o áreas, algunos pedagogos, como John Dewey (en Westbrook 1993), han abogado por la integración entre la teoría y la práctica. Para Dewey, es necesario integrar los contenidos curriculares a los intereses del aprendiz. El núcleo del aprendizaje, según este autor, está en actividades ocupacionales. Son las actividades ocupacionales las que derivarán el aprendizaje integrado de las diversas disciplinas. En sus propias palabras: "... el niño va a la escuela para hacer cosas: cocinar, coser, trabajar la madera y fabricar herramientas mediante actos de construcción sencillos; y en este contexto y como consecuencia de esos actos se articulan los estudios: lectura, escritura, cálculo, etc

### *Ejes Transversales*

Ejes Transversales son temáticas que atraviesan, vinculan y conectan muchas disciplinas del currículo, lo cual significa que se convierten en instrumentos que recorren asignaturas y temas que cumplen el objetivo de tener visión de conjunto.

### *Responsabilidad ambiental*

El humanismo sintetizado en el bienestar y la felicidad

Valores

Equidad de género

Justicia social

Respeto a la diversidad cultural

### *La teoría fundamentada en la praxis:*

Uno de los enfoques más utilizados en la malla curricular de las instituciones a nivel superior para lograr la Meta cognición y la complejidad se sujeta a la integración es el de proyectos. Desde una perspectiva constructivista, el diseño de proyecto educativo debe tener una planificación sujeta a la realidad y de realizar ciencia con conciencia y los y las estudiantes tendrán una participación muy activa tanto en el planeamiento del proyecto como en su desarrollo y evaluación. De acuerdo con diversos autores, los mejores proyectos educativos para desarrollar el paradigma de la Complejidad sistémica deben tener las siguientes características:

- Centrados en el estudiante, dirigidos por el estudiante.
- Claramente definidos, un inicio, un desarrollo y un final.
- Contenido significativo para los estudiantes; directamente observable en su entorno.
- Problemas del mundo real.
- Investigación de primera mano.
- Sensible a la cultura local y culturalmente apropiado.
- Objetivos específicos del proyecto relacionados tanto con la misión institucional como con los propósitos del currículo.
- Un producto tangible que se pueda compartir con la audiencia objetivo.
- Conexiones entre lo académico, la vida y las competencias laborales.
- Oportunidades de retroalimentación y evaluación por parte de expertos.

- Oportunidades para la reflexión y la auto evaluación por parte del estudiante.
- Evaluación o valoración auténtica (portafolios, aprendizaje autónomo)

El mapa curricular, se fundamenta en un proceso de planificación holística y helicoidal en el cual convergen dentro de los paradigmas cualitativos y cuantitativos, y en particular desde la neurociencias y el aprendizaje con relación a pensamientos, sentimientos y acciones, tiempos y espacios de manera armónica como partes inseparables e interactuantes del todo que es la formación de profesionales que conocen las especificidades de la disciplina (integración disciplinar), encuentran convergencias teóricas y metodológicas con otras disciplinas (Integración Interdisciplinar) y son capaces de proponer viabilidades para problemas complejos del mundo y de la sociedad entre todos a partir del diálogo de saberes interconectados de manera permanente, sin generar antagonismos, sino mas bien sincronías (Integraciones Transdisciplinares).

Para la implementación del Modelo Curricular es necesario prospectar cuatro tipos de perfiles: Perfil de Ingreso (PI), Perfil de Formación Integral (PFI), Perfil de competencias (PC) y Perfil Docente (PD)

La ejecución del Modelo Curricular se realiza en el nuevo diseño curricular de carreras de acuerdo a la demanda social y basada en el Plan del Buen Vivir y Plan de la Matriz Productiva de acuerdo con la Malla Curricular de la unidad académica o del Programa.

Cada unidad académica estructura los contenidos y actividades de formación profesional en escenarios de integración proyectados al futuro posible y evidenciable, considerando las particularidades de carga horaria y de peso específico de contenidos en la Malla Curricular.

A mediano y largo plazo, se estima que todo docente universitario cuente con el tiempo, herramientas y condiciones adecuadas para la investigación - acción en los tres escenarios de formación profesional: Escenario Metacognitivo (EMC), Escenario de Emociones (EE) y Escenario de Acción (EA).

Desde la perspectiva filosófica y desde la concepción de la realidad se desprende, metódicamente, tres tipos de formaciones profesionales integradas y simultáneas, a partir de las cuales los profesionales en formación adquieren conocimientos, valores y prácticas demostrables transversalmente, durante toda su formación.

Los tipos de escenarios a partir de los cuales se planifican, acompañan y evalúa esta formación holística son:

- Escenarios de acción Disciplinar (inherente a la especialidad de formación)
- Escenarios de acción Interdisciplinar (Agrupaciones en áreas complementarias directamente)
- Nivel de acción Transdisciplinar (Coordinación Ínter áreas y totalidades de la ciencia y del conocimiento. Dialogo de saberes)

La acción integradora de las Comunidades Productivas se ejecuta en tres niveles simultáneos y armonizados helicoidalmente: En la concepción de Basarab Nicolescu estas acciones podrían ser equivalentes a los tres postulados metodológicos:

- La existencia de niveles de Realidad (Disciplinar)
- La lógica de los intermedios incluidos ( Interdisciplinar)
- La complejidad. (Transdisciplinar)

Las acciones disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar son el resultado de la selección y priorización de problemas concretos de la realidad, en acción colectiva y de decisión horizontal de docentes, estudiantes, expertos y otros participantes invitados a la fase de Planificación de la Unidad Académica o Programa.

*Tabla 1. Malla curricular desde enfoque holístico.*

NUM.	CODIGO	ASIGNATURA	COMPONENTES DE APRENDIZAJE (HORAS/PERÍODO)				TOTAL HORAS
			DOCENCIA		PRÁCTICAS DE APLICACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	APRENDIZAJE AUTÓNOMO	
			APRENDIZAJE ASISTIDO POR EL PROFESOR	APRENDIZAJE COLABORATIVO			
<b>NIVEL 1</b>							
1	EMPL1101	Fundamentos de Economía empresarial	32		32	16	80
2	EMPL1102	Fundamentos de la Administración	48		16	56	120
4	EMPL1203	Planes y modelos de negocios	48		48	24	120
5	EMPL1204	Procesos Contables	48		16	56	120
6	EMPL1305	Metodología de investigación con enfoque cuantitativo y cualitativo	48		16	56	120
7	EMPL1506	Inglés I	64		64	32	160
8	EMPL1107	Matemática I	32		32	16	80
<b>SUBTOTAL 1</b>			320		224	256	800

*Fuente: Malla curricular.  
Elaborado por: Autores.*

## Conclusión

La filosofía paradigmática de la educación superior guarda relación con la búsqueda de la verdad científica para interpretar y comprender la realidad desde los aspectos: epistemológicos, científicos, emocional, ecológico que busque renovarse y atender la realidad social, a través de nuevos enfoques y diseños curriculares fundamentados en el paradigma de la complejidad y la educación holística. Del postulado de aprendizaje, hemos aprendido que la mejor forma de aprender, es aprender a aprehender; no aprender de lo aprendido, por tanto debemos aprender de una manera dialéctica y significativa para ir evolucionando hacia conceptos más complejos es decir, hacer ciencia con-ciencia. El aprendizaje se construye partiendo de esquemas concretos que van desarrollando hacia estructuras más abstractas (de lo concreto a lo abstracto). Los planes de estudio, inspirados en la metáfora de la edificación, inician desde lo holístico (los fundamentos teóricos), y se reserva para el final lo concreto (la práctica). El estudiantado va pasando los niveles, Morín, manifiesta que el aprendizaje consiste en “abrazar” el conocimiento como un todo, entendiendo las interrelaciones entre los conceptos. Mira la evolución del pensamiento como una espiral que va avanzando en “bucles” que regresan, eventualmente, a punto conocido, aunque mirado desde diferente perspectiva. Pero la metáfora de la edificación nos lleva a diseñar el mapa curricular en la dirección opuesta. Los planes de estudio están fragmentados, las materias separadas y delimitadas y con poca o ninguna relación entre ellas.

## Bibliografía

1. López Ruperez, F. (1997). Complejidad y educación, *Revista Española de Pedagogía* 206: 103-112

2. Bonil, J., Junyent, M., & Calafell, G. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka de enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7, 198-215
3. Beiras, A., Jorge, J., CRESPO, A., IGLESIAS, M. y TORRES, M. (2000). Memoria y aprendizaje. Bases morfológicas. En Santos Rego, M. A. (ed.): *A educación en perspectiva. Homenaxe ó Prof. Lisardo Doval Salgado*, Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC, pp. 365-378.
4. Breuer, J. T. (1997). Education and the brain: a bridge too far, *Educational Researcher* 26, 8: 4-16.
5. Caine, G., Caine, R. (1987). *Education on the edge of possibility*, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
6. Capra, F. (1982). *The turning point: science, society, and the rising culture*, Simon & Schuster, New York.
7. Castells, M. (1997-98). *La era de la información* (3 vols.). Madrid: Alianza.
8. Castillejo, J. L., Colom, A. (1987). *Pedagogía sistémica*. Barcelona: Ceac.
9. Colom, A. (1997) La regionalización de la educación como tecnología cognitiva virtual, *Teoría de la Educación* 9: 7-19.
10. Dewey, J. (1998). *How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process* (original publicado en 1933), Boston: Houghton-Mifflin.
11. Doval, L., Santos, M., Jorge, F. J., Crespo, A. (1993). Estilos docentes y discentes: consideraciones pedagógicas a la luz de la neurociencia, *Revista Española de Pedagogía*, 195: 311-323.
12. Doval Salgado, L., Santos Rego, M. A. (1995). De la educación holística a la pedagogía adaptativa, *Estudios Pedagógicos* 21: 121-131.
13. Doval Salgado, L., Santos Rego, M. A. (eds.) (1998). *Educación e neurociencia*. Salamanca: Kadmos.
14. Echeverría, J. (1999). *Los nuevos señores del aire. Telépolis y el tercer entorno*. Barcelona: Península.
15. Elboj, C., Valls, R., Fort, M. (2000). Comunidades de aprendizaje. Una política educativa para la sociedad de la información, *Cultura y Educación*, 17/18: 129-141.
16. Fogelman, M. (ed.) (1991). *Les théories de la complexité*. Paris: Seuil.
17. Hargreaves, A., Lieberman, A., Fullan, M., Hopkins, D. (eds.) (1998). *International handbook of educational change*. Norwell: Kluwer Academic Publ.
18. Lesourne, J. (1993). *Educación y sociedad. Los desafíos del año 2000*. Barcelona: Gedisa.
19. Lewin, R. (1995). *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets.
20. Losada, C. (2000). Os coñecementos neurobiolóxicos na formación dos especialistas en educación. En Santos Rego, M. A. (ed.): *A educación en perspectiva. Homenaxe ó Prof. Lisardo Doval Salgado*. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC: 389-398.
21. Miller, J. P. (1999). Making connections through holistic learning, *Educational Leadership* 56, 4: 46-48.
22. Morín, E. (1996). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
23. Morín, E. (2000). *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología* (6ª ed.) Barcelona: Kairós.
24. Nicolis, G., Pryogine, I. (1994). *La estructura de lo complejo*. Madrid: Alianza Universidad.

25. Popkewitz, T. S. (1998). Dewey, Vygotsky, and the social administration of the individual: Constructivist pedagogy as systems of ideas in historical spaces, *American Educational Research Journal*: 35, 4: 535-570.
26. Rinke, W. J. (1982). Holistic education: toward a functional approach to adult education, *Lifelong Learning*, 5, 8: 12-14 & 25.
27. Rodriguez Neira, T. (1999). *La cultura contra la escuela*, Barcelona: Ariel.
28. Romero, C. (2000). *El conocimiento del tiempo educativo*. Laertes, Barcelona: Ariel.
29. Salas, R., Rojas, G., Jimenez, C. (1998). Un proyecto de educación holística, *Innovación Educativa* 8: 71-82.
30. Santos Rego, M. A. (1986). Expectativas sociales y educación: el movimiento del minimum competency testing, *Bordón* 262: 238-255.
31. Santos Rego, M. A. (1990). Estructuras de aprendizaje y métodos cooperativos en educación, *Revista Española de Pedagogía* 190: 53-78.
32. Santos Rego, M. A. (1991). Por una pedagogía del pensamiento ante la coyuntura de reforma, *PAD'E* 1, 2: 165-182.
33. Santos Rego, M. A. (1995). Desarrollo del pensamiento y proceso educativo: reflexiones y estrategias de optimización conjunta, *Teoría de la educación* 7: 39-51.
34. Santos Rego, M. A. (2000). Educación y comprensión holística de la realidad. En: Santos Rego, M. A. (ed.): *A educación en perspectiva. Homenaje ó Prof. Lisardo Doval Salgado*. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC: 399-411.
35. Santos Rego, M. A., Doval Salgado, L. (1993). Pedagogía de los procesos cognitivos. Esbozo para un programa de intervención, *Revista de Innovación Educativa* 2: 65-74.
36. Santos Rego, M.A., Doval Salgado, L., Sobrado Fernandez, L. (1989). A strategy for empirically
37. evaluating holistic teaching. En I. L. Sonnier (ed.): *Affective education: methods and techniques*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications: 131-143.
38. Sierra Paredes, G., Sierra Marcuño, G. (2000). Cerebro, aprendizaje y educación. En: Santos Rego, M. A. (ed.): *A educación en perspectiva. Homenaje ó Prof. Lisardo Doval Salgado*. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC: 425-436.
39. Sonnier, I. S. (1985). *Methods and techniques of holistic education*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher.
40. Sonnier, I. S. (1992). *Hemisphericity as a key to understanding individual differences*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher.
41. Utke, A. R. (1998). The (re)unification of knowledge: Why? How? Where? When? En: G. Benson, R., Glasberg y B. Griffith (eds.): *Perspectives on the unity and integration of knowledge*. New York: Peter Lang: 1-33.
42. Utke, A.R. (1998) The (re) unification of knowledge: Why? HoW? Where? En: G. Benson, R., Glasberg y B. Griffith (eds.): *Perspectives on the uninity and integration of knowledge*. New York: Peter Lang: 1-33.

43. Vazquez Gomez, G. (2000). La preocupación por el conocimiento. En: Santos Rego, M. A. (ed.): *A educación en perspectiva. Homenaje a Prof. Lisardo Doval Salgado*. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC: 351-361.
44. Weil, P. (1997). *Holística: un nuevo abordaje de lo real*. Bogotá: Ediciones Paulinas.
45. Wilson, E. O. (1999). *Consilience. La unidad del conocimiento*. Barcelona: Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores.
46. Wolfe, P., Brandt, R. (1998). What do we know from brain research, *Educational Leadership* 56, 3: 8-13.
47. Zabala, A. (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo*. Barcelona: Graó.

# ***Impacto del examen del Sistema de Nivelación y Admisión (SNNA) en los estudiantes de primer semestre de la carrera de agronomía de la ESPOCH***

*(Impact of the examination of the Leveling and Admission System (SNNA) in the first semester students of the agronomy career of the ESPOCH)*

G. Montenegro <sup>(1)</sup>, B. Soria De Mesa <sup>(2)\*</sup>, M. Cáceres <sup>(3)</sup>, J. Crespo <sup>(4)</sup>

(1) Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(3) Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(4) Instituto de la Juventud, Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social de España

\*Correspondencia. Correo electrónico: bruno\_soria@hotmail.es (Bruno Wilfrido Soria De Mesa)

## **RESUMEN**

En el Ecuador, el gobierno desde el año 2010 asumió el control de admisión de los estudiantes a la Educación Superior, estableciendo nuevos métodos de ingreso a las universidades públicas del país, el mecanismo más significativo y de mayor debate e impacto fue la introducción del Examen Nacional para la Educación Superior (ENES) que se tomó por primera vez en 2011 y que modificó drásticamente el mecanismo de ingreso a la educación de tercer nivel en Ecuador y provocó múltiples efectos que han sido poco estudiados; por lo que, con la presente investigación pretendemos contribuir a conocer este fenómeno mediante el análisis algunos de los problemas presentados a los estudiantes de la carrera de Agronomía de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) de la ciudad de Riobamba, provincia Chimborazo.

Para realizar el presente trabajo se aplicaron encuestas a los estudiantes que se encontraban matriculados en el primer semestre de la carrera de Agronomía para el período académico octubre de 2016 y marzo de 2017, considerando aspectos como la auto-identificación étnica, sexo, edad, provincia y cantón en la que se encuentra

el colegio en el que se graduó como bachiller, el número de postulaciones que realizó para lograr un cupo en la carrera deseada por los estudiantes de acuerdo a los cupos ofertados en el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión. También se consideran aspectos como el egreso económico que las familias tuvieron que realizar para preparar a sus hijos para obtener mejores puntajes y los gastos que están realizando para que ellos estudien en la ESPOCH en la ciudad de Riobamba.

Entre los resultados más significativos obtenidos tenemos que el 50.4% mujeres y 49.6% hombres; el 83% de los estudiantes matriculados en el primer semestre de la carrera de Agronomía se autoidentificó como mestizo, el 15% como indígena y un 2% como afroecuatoriano; el 78% se graduó en colegios fiscales, el 13% en colegios particulares y el 9% en fiscomisionales. El 67.37% proviene de la provincia de Chimborazo y el 51.6% es de Riobamba. Para ingresar a la carrera el 55,8% realizó una postulación, 2 el 33,7%; 3 ocasiones el 7,4%; y, más de 4 oportunidades el 2,1%. En cuanto al puntaje en la primera postulación los resultados fueron el 62,92% entre 701 y 800 puntos; el 26,97% entre 601 y 700 puntos; el 6,74% de 801 a 900 puntos. El 51% se inscribió en cursos preparatorios para realizar el examen; y el 73.91% dijo que le

fue útil, pero solo el 6.74% alcanzó notas entre 801 y 900 puntos en la primera postulación puntajes que solo al 47% de los estudiantes les permitió lograr un cupo para la carrera que ellos deseaban. El 46% se vio en la necesidad de cambiar su lugar de residencia para realizar sus estudios, de ellos el 64% lo hizo desde otra provincia, lo que implica que debe realizar gastos para su estadía.

Este es un trabajo pionero, que parte desde el punto de vista de los estudiantes y presenta las primeras evidencias empíricas y nos da pistas para tratar de comprender lo que está sucediendo con la aplicación del ENES, tanto en los efectos como en las consecuencias que está teniendo la implementación del sistema de ingreso a las universidades ecuatorianas que tiene a esta prueba como su eje angular, también proporciona datos para dilucidar algunos mitos que se han construido alrededor de este instrumento, que a su vez pueden servir para la realización de nuevas investigaciones.

**Palabras claves:** Examen Nacional de Educación Superior, educación superior, gratuidad, asignación de cupos, postulaciones.

### ABSTRACT

In Ecuador, the government since 2010 assumed control of admission of students to Higher Education, establishing new methods of admission to public universities in the country, the most significant mechanism and the most debate and impact was the introduction of the Exam National for Higher Education (ENES) which was taken for the first time in 2011 and drastically modified the mechanism of entry to third level education in Ecuador and caused multiple effects that have been little studied; so, with this research we intend to contribute to know this phenomenon by analyzing some of the problems presented to the students of the career of Agronomy of the Faculty of Natural Resources of the Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH) of the city of Riobamba, Chimborazo province.

To carry out this work, surveys were applied to students who were enrolled in the first semester of the Agronomy career for the academic period October 2016 and March 2017, considering aspects such as ethnic self-identification, sex, age, province and the canton in which the college

where he graduated as a bachelor is located, the number of applications he made to achieve a quota in the career desired by the students according to the quotas offered in the National Leveling and Admission System. They also consider aspects such as the economic income that families had to make to prepare their children to obtain better scores and the expenses, they are making so that they study at the ESPOCH in the city of Riobamba.

Among the most significant results obtained we have that 50.4% women and 49.6% men; 83% of students enrolled in the first semester of Agronomy self-identified as mestizo, 15% as indigenous and 2% as Afro-Ecuadorian; 78% graduated in tax colleges, 13% in private schools and 9% in fiscomisionales. 67.37% comes from the province of Chimborazo and 51.6% comes from Riobamba. To enter the race, 55.8% made a nomination, 2 33.7%; 3 occasions 7.4%; and, more than 4 opportunities 2.1%. As for the score in the first application, the results were 62.92% between 701 and 800 points; 26.97% between 601 and 700 points; 6.74% from 801 to 900 points. 51% enrolled in prep courses to take the exam; and 73.91% said that it was useful, but only 6.74% reached scores between 801 and 900 points in the first postulation scores that only 47% of the students allowed them to achieve a quota for the career they wanted. 46% saw the need to change their place of residence to carry out their studies, of which 64% did so from another province, which implies that they must make expenses for their stay.

This is a pioneering work, which starts from the point of view of the students and presents the first empirical evidence and gives us clues to try to understand what is happening with the application of the ENES, both in the effects and in the consequences that are having the implementation of the entrance system to the Ecuadorian universities that has this test as its cornerstone, it also provides data to elucidate some myths that have been built around this instrument, which in turn can be used to carry out new research.

**Key words:** National Examination of Higher Education, higher education, gratuity, quota allocation, applications.

## 1. Introducción

Bajo el paradigma neoliberal de la “libertad de oportunidades” y la “meritocracia” (1), que ya había ganado presencia en la universidad ecuatoriana en el año 2000, se manifiesta expresamente en el Artículo 43 de la Ley Orgánica de Educación Superior donde se crea el Sistema Nacional de Admisión y Nivelación Estudiantil –SNANE– (2), que pasara a ser reforzado y tomará cuerpo en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) del año 2010 (3), donde se define los requisitos para el ingreso a la universidad; entre las diferencias que existen entre las dos leyes, tenemos que en la Ley del año 2010 en el artículo 3 de su reglamento, se establece un “sistema nacional unificado de inscripciones, evaluación y asignación de cupos en función al mérito de cada estudiante” (4), que en la Ley del año 2000 no existía. El primer examen ENES se implementó en el año 2012 “como un mecanismo orientado a ordenar y democratizar el acceso a la educación superior” (5). Para los bachilleres ecuatorianos los meses que tardan este proceso de ingreso a las universidades públicas se han convertido en una experiencia que marcará a esta generación por sus múltiples efectos (físicos, psíquicos), rumores, posiciones, mitos y especulaciones; son condicionantes que convierten a fenómeno social en un importante objeto de estudio; por ello, los autores de la presente investigación pretendemos contribuir a develar algunos de ellos.

La implementación de esta política creó seis tipos de bachilleres: los pertenecientes al Grupo de Alto Rendimiento (GAR) que obtuvieron un puntaje entre 970 y 1000 y que está conformado únicamente por el 0,1% de los mejores puntajes (6) (7); los estudiantes que alcanzaron el puntaje requerido para lograr un cupo en la carrera y universidad que seleccionó; los que obtuvieron el puntaje, pero no para la carrera de su preferencia y aceptaron el cupo para no dejar de estudiar (8); los estudiantes que lograron el puntaje necesario para ingresar a la universidad, pero no el puntaje suficiente para acceder a la carrera y universidad que verdaderamente quería estudiar, por lo que no aceptaron la postulación y se presentaron a un nuevo examen en el siguiente semestre; los estudiantes que no lograron el puntaje mínimo para ingresar a la universidad, de ellos se desconoce cuál fue su destino; y, finalmente los bachilleres con suficiente capacidad económica para pagar su matrícula en las universidades privadas o en las que reciben financiamiento parcial del Estado ecuatoriano.

A su vez generó una serie de estrategias que los bachilleres emplean para ingresar a la carrera que realmente quieren estudiar, pero que no obtuvieron el puntaje necesario y para ello aceptaron el cupo para la carrera que les permite ingresar a la universidad y posteriormente optan por cambiarse de carrera empleando las denominadas movilizaciones internas y externas, que la ley faculta realizar para hacer este cambio.

También tenemos la proliferación, sin mucho control, autorización, ni garantía de los denominados “institutos” o “centros de preparación para el ingreso a la universidad” o “preuniversitarios” que indudablemente constituye un gran negocio que se expandió por todo el territorio ecuatoriano aprovechándose de la necesidad de los bachilleres y de las familias que requieren garantizar que sus hijos ingresen a la universidad; “capacitaciones” de cuestionable calidad, que indudablemente están circunscritas a la capacidad económica de las familias, para optar por los “paquetes” o “programas ofertados” (9).

Estas medidas tomadas por las instancias gubernamentales relacionadas con la Educación Superior, estarían incumpliendo lo estipulado en el artículo 26 de la Constitución de la República

de Ecuador donde se establece que “la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. Las personas, las familias y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo” (10).

## **2. Materiales y Métodos**

El presente trabajo es un estudio de carácter exploratorio se llevó a cabo en la ciudad de Riobamba, capital de la provincia de Chimborazo, ubicada en la sierra central a una distancia de 188 km al sur de la ciudad de Quito capital de Ecuador. El objeto de estudio fueron los 95 los estudiantes (38 hombres, 56 mujeres y uno que no contesto la pregunta de identificación de género) matriculados en primer semestre de la carrera de Agronomía de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en el semestre octubre 2016- marzo 2017, es decir, que enfrentaron el proceso entre fines del 2015 y los primeros meses del 2016; y, en algunos casos los estudiantes también se presentaron al examen en convocatorias anteriores.

Se empleó una encuesta con preguntas cerradas y abiertas; las variables fueron: auto-identificación étnica, género, provincia y cantón en la que se encuentra el colegio en el que se graduó como bachiller, número de postulaciones, en las notas obtenidas en el examen, migración interna estacional, el promedio de gastos mensuales en manutención de los estudiantes en la ciudad de Riobamba, el cuestionario final se determinó a partir de un pilotaje y revisión de las preguntas. Para la aplicación del instrumento se tomó en cuenta a los 95 estudiantes matriculados en esta carrera que asistieron en un día normal a clases en el mes de enero de 2017.

Para el caso de la autoidentificación de género, en cumplimiento de La Constitución de la República de Ecuador, en su artículo 11, numeral 2, reconoce el derecho a la no discriminación por motivos de orientación sexual e identidad de género. De igual forma, el artículo 66, numeral 9, establece el derecho de toda persona a tomar decisiones libres e informadas sobre su sexualidad (10), se empleó como variable el género (masculino, femenino y se incorporó: Lesbianas, Gays, Bisexuales, personas Trans (travestis, transgéneros y transexuales) e Intersexuales “LGBTI”, clasificación que fue empleada por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos “INEC” en su estudio “Primera Investigación (estudio de caso) sobre Condiciones de Vida, Inclusión Social y Derechos Humanos de la población LGBTI en Ecuador” en el año 2012) (11) como opción para ser contestada por los entrevistados. De esta manera en el estudio se respeta e incluye el enfoque de derechos, género, interculturalidad e intergeneracionalidad contemplados en los artículos 1, 27, 61, 70 y 347 de la Constitución (10).

La digitación de los datos de las encuestas la realizaron digitadores entrenados, posteriormente se realizó una revisión y corrección de los datos a fin de chequear la consistencia de la información ingresada. En el caso de las preguntas abiertas referidas a los gastos realizados por las familias en la manutención de los estudiantes en la ciudad de Riobamba, se realizó una identificación de parámetros y se juntaron los valores obtenidos a fin de efectuar una recodificación de los márgenes de gastos en función de la canasta básica definida por el gobierno de Ecuador en 366 dólares de Estados Unidos de América para el año 2016, para tener correspondencia con el semestre en el que se aplicó la encuesta.

Para el análisis de resultados se empleó el programa informático SPSS v.23 para

Windows, con el fin de obtener frecuencias y tablas cruzadas, entre otras funciones.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Género

En Ecuador desde el censo del año 2010 la población femenina supero a la masculina, siendo del total de la población el 50,4% mujeres y 49,6% hombres (12); este hecho demográfico también se ve reflejado en la matrícula universitaria del primer semestre en la carrera de Agronomía donde las mujeres tienen el 58,95% del total de la matrícula y los hombres son el 40% (Figura 1). Este hecho demográfico que se ve reflejado en las universidades también se presenta en países como Argentina (13), México (14), Uruguay (15) y España (16).

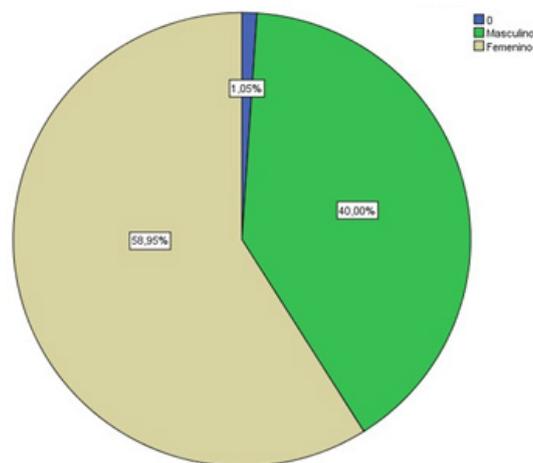


Fig.1. Distribución de la matrícula en los estudiantes de Agronomía de la ESPOCH

Es decir, estamos ante un incremento creciente del número de mujeres que se matriculan en las universidades, fenómeno del cual la ESPOCH también es partícipe.

#### 3.2. Edad de los estudiantes

Los ecuatorianos inician su educación escolarizada a los 3 años, a los 5 años obtienen el certificado de asistencia a la Educación Inicial, a los 14 años el certificado de terminación de la Educación General Básica y a los 17 años el título por haber aprobado el Bachillerato (17) (Tabla 1); esto significaría que entre los 17 y 18 años se habría presentado a rendir la prueba de Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA); con sus resultados adecuados estaría habilitado para iniciar sus estudios en las instituciones de educación superior que deberían concluir al cumplir alrededor de los 24 años dependiendo de la carrera y si estudió en un instituto tecnológico o en una universidad o escuela politécnica.

Tabla 1. Rangos de edades.

EDADES	CANTIDAD	PORCENTAJES
18-20	76	80.00%
21-23	17	17.89%

24-26	2	2.11%
<b>Total</b>	<b>95</b>	

En los encuestados encontramos que el mayor porcentaje de matriculados (el 80%) se encuentra entre los 18 y 20 años, seguido del 18% que corresponde al rango comprendido entre los 21 y 23 años, y una pequeña cantidad en el rango que se encuentra entre 24 y 26 años, que representa al 2% del total, cabe indicar que no se encontraron casos de estudiantes menores de 18 años, ni mayores de 26 años (Figura 2).

El hecho de contar con estudiantes matriculados mayores de 20 años en el primer semestre evidencia el retardo en el ingreso al sistema educativo universitario y surgen varias inquietudes para saber cuál fue el motivo por el que estos jóvenes no ingresaron a una institución de Educación Superior inmediatamente después de haberse graduado como bachilleres y eso nos hizo preguntarnos: ¿el puntaje obtenido en el examen no fue el requerido para optar por la carrera deseada?; ¿obtuvieron el puntaje para ingresar a la universidad, pero la carrera a la que ingresaron no era la deseada y aplicaron la movilidad interna o externa para trasladarse a la carrera deseada?; ¿después de graduarse como bachilleres se dedicaron a trabajar y se presentaron al examen en la siguiente convocatoria?; entre los estudiantes que no obtuvieron el puntaje necesario: ¿se inscribieron en cursos ofrecidos por institutos?, ¿se prepararon y se presentaron al examen por varias ocasiones hasta lograr el puntaje requerido para obtener un cupo?; y, específicamente en el caso de las mujeres ¿fue la maternidad y/o hijos, lo que retrasó el ingreso a los estudios superiores?

Por otra parte, al combinar la edad con el género tenemos que en el caso de los estudiantes mayores de 20 años un 11,58% son hombres y el 8,42% son mujeres y nuevamente se generan inquietudes por dilucidar (en otro estudio), que estarán relacionadas con temas como el puntaje obtenido, la preparación que realizaron para rendir un nuevo examen, la dedicación a actividades laborales o la paternidad, pero sobre todo si la maternidad que se convierte o no, en un obstáculo para continuar estudiando según sea el caso y si existe o no el apoyo de la familia ampliada.

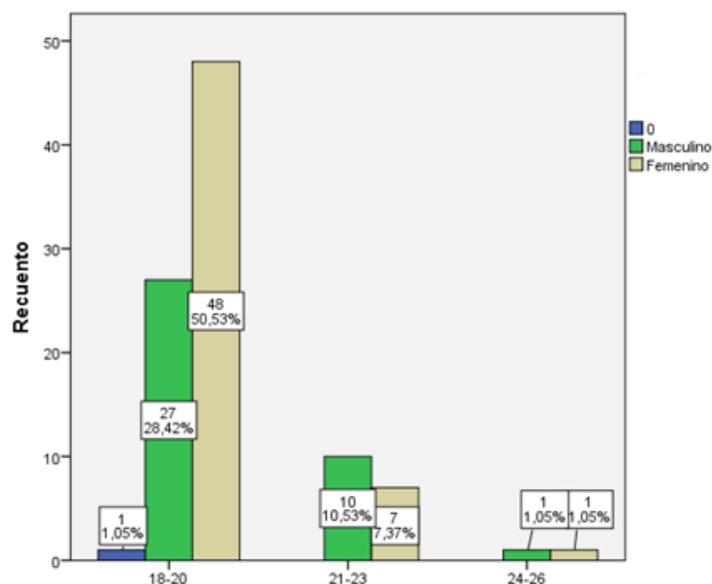


Fig.2. Distribución por edad y género de los estudiantes.

### 3.3. Autoidentificación étnica (cultura y costumbres)

Según los datos del censo de población y vivienda realizado en el año 2010 en Ecuador el 71,9% se autoidentifica como mestiza, montubio 7,4%; el 7,2 % como afroecuatoriano; el 7% como indígena; el 6,1% como blanco; y, otro con el 0,4% (18).

El 83% de los estudiantes matriculados en el primer semestre de la carrera de Agronomía se autoidentificó como mestizo, el 15% como indígena y un 2% como afroecuatoriano (Figura 3). Estos datos nos presentan un desbalance de la composición étnica de los estudiantes que tiene un 11% más sobre los datos nacionales de estudiantes mestizos, el doble de estudiantes indígenas respecto al total nacional, la inexistencia de blancos y la escasa matrícula de estudiantes afroecuatorianos y montubios, pero en este caso el porcentaje de indígenas matriculados sería beneficioso para este segmento poblacional si se considera los datos nacionales, pero que no es así al considerar los datos provinciales.



Fig.3. Autoidentificación étnica de los encuestados.

La autoidentificación étnica en la provincia de Chimborazo según datos del censo de población y vivienda del año 2010 era de la siguiente manera: mestizos 59%; indígena 38%; blanco 2%; afroecuatoriano 1%; montubio 0% y otros 0% (11).

De los 64 estudiantes que manifestaron haberse graduado en un colegio de la provincia de Chimborazo, se consideraban como: mestizos el 81,3%; indígenas el 17,2%; y, afroecuatorianos el 1,6%.

Si comparamos los porcentajes de la matrícula con los de la población en Chimborazo tenemos que, a pesar de contar con un porcentaje significativo de indígenas en las aulas, su presencia es insuficiente, ya que contamos con un 23% menos en relación a la población de provincia; situación que no ocurre con los mestizos que tienen un 24% sobre el porcentaje de población de esta autoidentificación étnica.

Por otra parte, de acuerdo a la provincia de origen de los estudiantes que se autoidentifi-

caron como indígenas, se determinó que el 78,6% provenían de Chimborazo y el 21,4% de Pichincha, lo que coincide con los porcentajes poblacionales de autoidentificación étnica existente y pone en evidencia la importante población que se autodetermina como indígena existente en la sierra centro norte de Ecuador y que requiere de matrícula en las universidades en igualdad de condiciones de los otros grupos étnicos.

En cuanto a la edad, tanto en la población mestiza como indígena, matriculada en esta carrera, porcentualmente se tienen valores similares al contar con estudiantes que tienen entre 18 y 20 años 78,6% para los indígenas y 79,7% en los mestizos; y en el caso de los estudiantes mayores de 21 años matriculados en el primer semestre (21,4% en los estudiantes autoidentificados como indígenas; y, 20,2% en los mestizos).

#### 3.4. Origen de los estudiantes por el tipo de sostenimiento del colegio en el que se graduaron como bachilleres

En relación a la matrícula de acuerdo al tipo de sostenimiento de los colegios de origen de los estudiantes matriculados en la carrera de agronomía el 78% manifestó que se graduó en colegios fiscales, el 13% en colegios particulares y el 9% en fiscomisionales, que evidencia un origen mayoritariamente popular de los estudiantes (Tabla 2).

*Tabla 2. Tipo de colegio sostenimiento en que se graduó.*

TIPO DE COLEGIO	CANTIDAD	PORCENTAJES
Fiscal	74	78%
Fiscomisional	9	9%
Particular	12	13%
Total	95	

#### 3.5. Relación entre provincia, cantón en la que se encuentra el colegio de graduación y pobreza.

Se puede observar que el 67.37% de estudiantes tuvo su colegio de procedencia en la provincia de Chimborazo, el resto de estudiantes con un porcentaje menor proviene de las provincias vecinas de Bolívar (4.21%), Tungurahua (7.37%) y Pichincha con el 7.32%, y algunas otras provincias del país con un porcentaje de entre 1% a 2%, lo que nos habla del papel que cumple la ESPOCH en la zona central de Ecuador (Tabla 3).

A esta variable le incorporamos para el análisis a la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, a partir de los datos del Censo de población y vivienda 2010 (19) donde se señala que las 10 provincias más pobres por necesidades básicas insatisfechas de Ecuador son las provincias de: Sucumbíos, Orellana, Los Ríos, Napo, Esmeraldas, Manabí, Bolívar, Morona Santiago, Cotopaxi, Santo Domingo que tienen de entre un 87% a un 74.4% de su población pobre. En el otro extremo se encuentran la provincia de Pichincha que tiene un 33.5% pobres (que podríamos llamar la provincia más rica del país en comparación con las demás) tiene casi la mitad del promedio nacional que es de 60,1% de población pobre.

Con esta información y con las respuestas de los estudiantes en la encuesta, se determinó que el 6% (6,32%) estudiantes provenían de 4 de las 10 provincias más pobres de Ecuador, esto

podría significar que se encontrarán en inferioridad de condiciones económicas y académicas respecto a los demás estudiantes; por otra parte, se encuentran matriculados un porcentaje similar (6,32%) los estudiantes graduados en la provincia de Pichincha, lo que nos lleva a deducir que los estudiantes provenientes de esta provincia estarán en mejores condiciones que los provenientes de los colegios de las primeras provincias mencionadas.

Los resultados cambiarán dramáticamente al comparar los resultados con los cantones de procedencia de los graduados. De la misma manera realizamos el ejercicio anterior al identificar los 10 cantones más pobres de Ecuador, tenemos que éstos son: Taisha, Muisne, Rioverde, Olmedo, Manga del Cura, Tiwintza, Arajuno, Guamote, Huamboya, 24 de mayo, que poseen del 98,7% al 94,9% de pobres (20); de ellos se identificó que el 2,1% de los estudiantes provienen del cantón Guamote donde el 95,5% de la población son pobres.

En cambio, los graduados de colegios ubicados en los cantones más ricos de Ecuador: Quito, Rumiñahui, Cuenca, Ibarra, San Cristóbal, Loja, Baños, Riobamba, Tulcán, Guayaquil, tienen una población del 29,7% al 48% en condición de pobreza (16). Según los datos de nuestra encuesta, el 6,3% procede del cantón Quito y al sumar a los graduados de los cantones: Quito, Riobamba, Ibarra y Cuenca, que se encuentran entre los 10 cantones con menos pobres del país tenemos que el 61,1% se graduó en colegios que se encuentran en estos cantones.

Si tomamos como base al 2,1% que representa a los alumnos matriculados que se graduaron en colegios del cantón Guamote (que es uno de los 10 cantones más pobres del país) y los relacionamos con el total de estudiantes procedentes de los cantones más ricos del país (Quito, Riobamba, Ibarra y Cuenca) que suman el 61,1% del total de la matrícula en primer semestre de la carrera de Agronomía, tenemos lo que parece indicar la existencia de una cierta exclusión social ya que los estudiantes que se graduaron en los colegios de los 10 cantones más ricos del país, su matrícula representa un 2.909% de matrícula sobre los alumnos procedentes de los colegios de los cantones más pobres del país.

Tabla 3. Provincia de procedencia del colegio.

PROVINCIA	CANTIDAD	PORCENTAJES
Azuay	1	1.05%
Bolívar	4	4.21%
Cañar	1	1.05%
Carchi	2	2.11%
Chimborazo	64	67.37%
El Oro	2	2.11%
Imbabura	2	2.11%
Morona Santiago	1	1.05%
Orellana	1	1.05%
Pastaza	2	2.11%
Pichincha	6	6.32%
Santo Domingo de los Tsáchilas	2	2.11%
Tungurahua	7	7.37%
<b>Total</b>	<b>95</b>	

Al encontrarse la ESPOCH en la ciudad de Riobamba existe una relación lógica al tener el 51,6% del total de los matriculados provenientes de este cantón. De los 10 cantones que tiene la provincia de Chimborazo en esta carrera hay estudiantes que provienen de 7 de ellos, y evidencia la importancia que tiene esta institución de Educación Superior para la provincia (Figura 4).

Al relacionar el colegio de graduación con la pobreza por necesidades básicas insatisfechas de los cantones de la Provincia de Chimborazo tenemos de mayor a menor incidencia: Guamote, Colta, Alausí, Pallatanga, Guano, Chunchi, Penipe, Chambo, Cumandá, Riobamba, porcentajes que van del 95,5% al 46,5% (21); estos datos nos presenta dos realidades diferentes en la provincia de Chimborazo, por una parte Riobamba con un porcentaje inferior al promedio nacional y el resto de cantones con porcentajes que en algunos casos que van del 70% al 95% de pobres, que se ve reflejado en la matrícula lograda por los estudiantes graduados en los colegios de estos cantones.

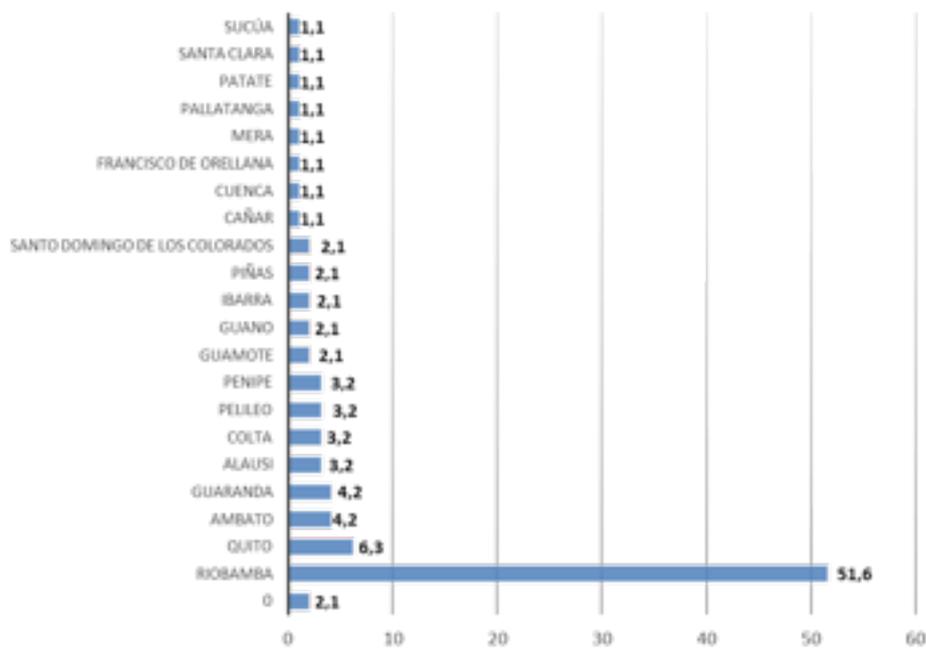


Fig.4. Cantón en el que se encuentra el colegio en el que se graduó

### 3.6. Notas obtenidas en la primera postulación

De acuerdo al “Reglamento del sistema nacional de nivelación y admisión” en sus diferentes versiones (febrero de 2014 (22)) (junio de 2015 (22)) y posteriores; el procedimiento para la aplicación del ENES, que se inicia con la determinación de los cupos ofertados para cada carrera en cada periodo académico por las Instituciones de Educación Superior previo a la convocatoria del ENES. Hecha la convocatoria los estudiantes habilitados que incluye a “los ciudadanos ecuatorianos, independientemente del país en el que residan, los extranjeros residentes en el Ecuador, los solicitantes de refugio que tengan el título de bachiller o estén cursando el último año de bachillerato en las instituciones del Sistema Nacional de Educación” (22) deben inscribirse en la plataforma electrónica habilitada para el efecto y presentarse a la fecha determinada en su ciudad para rendir el examen, la normativa expresamente determina

que no pueden participar en el siguiente proceso: “Las y los aspirantes que hayan aceptado un cupo de nivelación de carrera en cualquier proceso anterior” (21), pero luego de pasados dos períodos una vez presentados las debidas justificaciones o los motivos por los que no aceptaron el cupo, podrán presentarse al examen de la siguiente convocatoria.

El Examen Nacional para la Educación Superior (ENES), cuenta con 155 ítems que son calificados sobre 1000 puntos y evalúa las capacidades de los aspirantes a un cupo en una Institución Superior en razonamiento abstracto, verbal y numérico; también tiene 5 ítems que no son calificados pero que sirve de pilotaje, lo que da un total de 160 preguntas de opción múltiple. Los estudiantes disponen de tres horas para contestar las preguntas que el sistema les va presentando aleatoriamente, es decir, cada evaluado responde preguntas diferentes. (20) (22)

En nuestro estudio a los estudiantes se les preguntó: Para ingresar a la carrera que actualmente está estudiando. ¿Indique cuántas postulaciones ha realizado? el 55,8% manifestó que realizó una sola postulación, lo hizo en 2 ocasiones el 33,7%; se presentó al examen en 3 ocasiones el 7,4%; y, lo hizo en mas de 4 oportunidades el 2,1% del total. Un estudiante no respondió esta pregunta (Tabla 4).

Estos resultados evidencian que el examen no cumple con su función de facilitar el ingreso, sino que lo dificulta y complica, además de que con seguridad genera efectos sociales y/o psicológicos que afectan a todos los estudiantes y que en este caso el 33,7% perdió un semestre al no poder ingresar directamente a estudiar su carrera deseada en una Institución de Educación Superior; el 7,% de los estudiantes perdió un año; y, el 2,1% perdió un año y medio, dos o más, es decir se retrasó innecesariamente el ingreso a la universidad, pudiendo provocar incertidumbre, angustia y desesperación, ya no solo al estudiante aspirante sino también a todo su entorno familiar que seguramente estaba preocupado por no tener la certeza de cual sería el futuro de este miembro de la familia.

Un estudiante no contesto cuantas postulaciones realizo, por ese motivo se registra como cero postulaciones, pero no significa que esta matriculada sin haber sido parte del proceso del ENES, esos casos existen en los estudiantes que se graduaron antes del 2012 y solo se presentan en los semestres de final de la carrera.

Tabla 4. Número de postulaciones a las que se presento.

POSTULACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJES
0	1	1,1
1	53	55,8
2	32	33,7
3	7	7,4
4 o más	2	2,1
Total	95	100,0

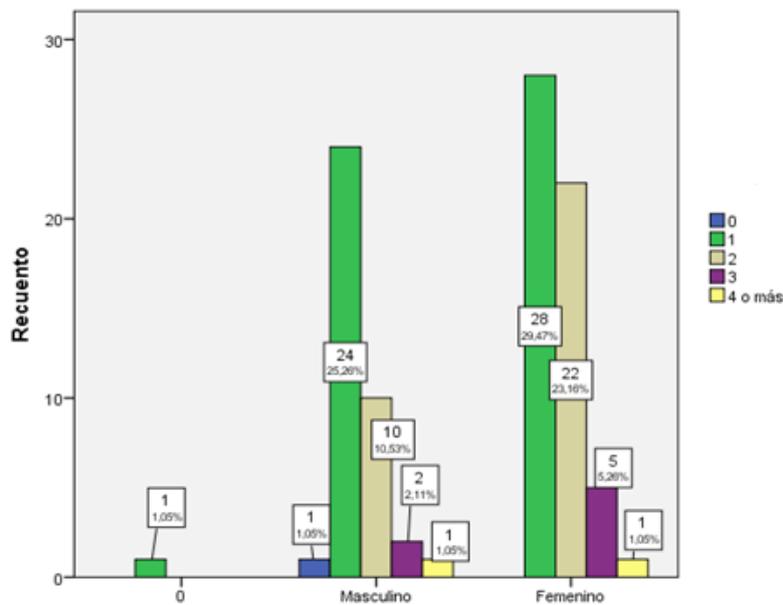


Fig. 5. Relación entre género y número de postulaciones

Al relacionar los datos obtenidos entre las postulaciones y el género tenemos que del total realizaron 1 postulación el 29,47% que correspondió a las mujeres; el 25,26% a los hombres. Realizaron 2 postulaciones el 23,16% que corresponde a mujeres; el 10,53% a hombres. Realizaron 3 postulaciones el 5,23% que fueron mujeres; el 2,11% fueron hombres; y el 1,05% del total realizó 4 o más postulaciones tanto en hombres como en mujeres (Figura 5).

Al identificar el número de postulaciones en relación a la autoidentificación étnica tenemos que del total en una primera postulación le correspondió un 45,26% a los mestizos; un 8,42% a los indígenas; y 2,11% a los afroecuatorianos; en la segunda postulación el 29,47% son mestizos y el 2,11% indígenas, no se presenta casos de afroecuatorianos que hayan rendido una tercera y cuarta prueba; para 4 o más postulaciones el 2,11% de los casos fue de mestizos.

En los casos de aquellos jóvenes que no lograron obtener un cupo en su primer intento, con seguridad son los clientes perfectos para quienes se dedican a preparar a los aspirantes de ingresar a una institución de educación superior pública.

Tabla 5: Rango de notas en la primera postulación.

NOTAS	CANTIDAD	PORCENTAJES
NO CONTESTA	6	-
Entre 500-600	3	3,37%
Entre 601-700	24	26,97%
Entre 701-800	56	62,92%
Entre 801-900	6	6,74%
Total	95	

Los estudiantes del primer semestre de la carrera de Agronomía respondieron que en la primera postulación a la que se presentaron el 62,92% obtuvo entre 701 y 800 puntos; el 26,97% obtuvo entre 601 y 700 puntos; el grupo de menor puntaje obtenido representa el 3,37% del total; en cambio el 6,74% obtuvo mejores notas que se encuentran en el rango de 801 a 900 puntos (Tabla 5) (Figura 6).

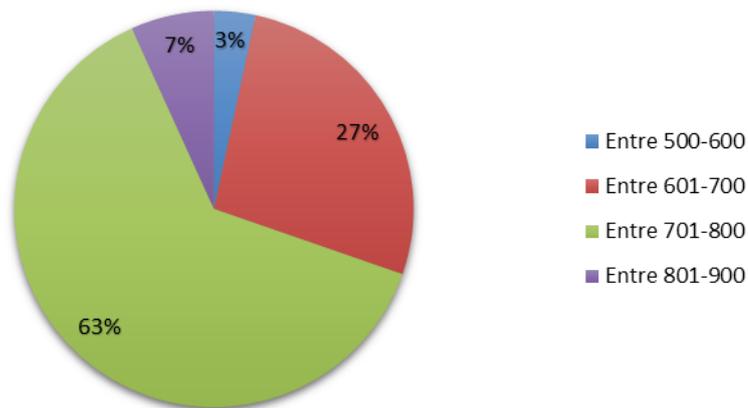


Fig. 6. Rango de notas obtenida en la primera postulación.

Cabe indicar que depende de cada universidad o instituto tecnológico determinar el puntaje mínimo para optar por un cupo en las carreras ofertadas; y, que en el presente estudio ningún estudiante obtuvo puntajes superiores a 900 puntos.

Tabla 6. Rango de notas en la segunda postulación.

NOTAS	CANTIDAD	PORCENTAJES
NO CONTESTA	59	-
Entre 500-600	0	0.00%
Entre 601-700	10	27.78%
Entre 701-800	22	61.11%
Entre 801-900	4	11.11%
Total	95	

En el bloque de estudiantes que se presentaron a una segunda postulación, apenas el 11,11% obtuvo notas entre 801 y 900 puntos; el 61,11% obtuvo notas entre los 701 a 800 puntos; y finalmente el siguiente grupo de aspirantes con el 27,78% obtuvo entre 601 y 700 puntos; así mismo no hubo notas superiores a 900 puntos (Tabla 6) (Figura 7).

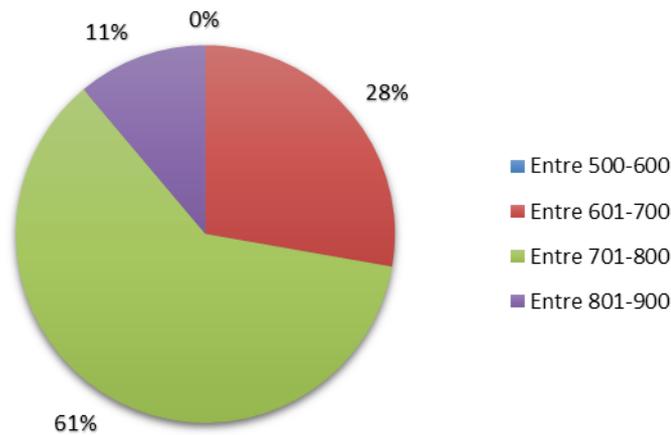


Fig. 7. Rango de notas en la segunda postulación.

Lo destacable es que en esta postulación no existieron notas inferiores a 601 puntos en la primera y segunda postulación. Estos resultados evidencian un ligero incremento en las notas para el rango de 8001 a 900 puntos, pero en los rangos entre 601 a 700 puntos y entre 701 y 800 prácticamente no hay cambio a pesar de que algunos de los estudiantes manifestaron que asistieron a cursos preparatorios para el examen demostración de la preocupación por parte de los aspirantes por prepararse de una mejor manera para lograr un cupo en la carrera deseada, pero al parecer esta medida no es efectiva al momento de lograr los resultados.

### 3.7. Asistencia a cursos preparatorios para el examen ENES

A los estudiantes del primer semestre de agronomía, también se les consultó en el caso de que hayan recibido una preparación adicional para presentarse a. examen ENES y el 51% manifestó que se había inscrito en un curso como mecanismo preparatorio, en tanto que el 49% dijo que no lo hizo (Tabla 7).

Tabla 7. Estudiantes que han tomado curso preparatorio para el examen.

NOTAS	CANTIDAD	PORCENTAJES
NO CONTESTA	6	-
Si	45	51%
No	44	49%
Total	95	

A los estudiantes que manifestaron haberse inscrito en un curso, se les preguntó sobre el valor del curso realizado para la postulación, indicaron que el costo de los cursos preparatorios se ubica con mayor cantidad en el rango de 100 a 200 dólares con un 49%, seguido del 26% para los cursos entre 200 a 300 dólares, y en menor medida para los cursos entre 301 a 400 con el 15%, 8% para los cursos de menos de 100 dólares y tan sólo un 2% para cursos de más de 401 dólares (Figura 8). Estos valores evidenciarían que las familias deben realizar una inversión para lograr que sus hijos accedan a un cupo en una universidad pública.

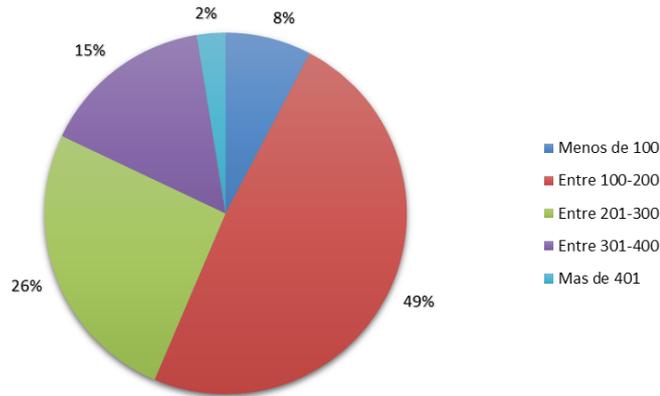


Fig. 8. Valor del curso preparatorio

### 3.7. Utilidad del curso preparatorio

Otra de las inquietudes que se les realizó a los estudiantes que manifestaron haber tomado el curso preparatorio para el examen ENES fue saber si lo aprendido allí, justifico el tiempo y el dinero invertido. Al respecto de, la gran mayoría tiene la noción de haber justificado el gasto económico y tiempo con un 73.91%, y el otro 26.09% no lo percibe como justificado, es decir no llenó sus expectativas o los resultados en el examen no fueron los esperados (Tabla 8).

Tabla 8. Noción de justificación relación tiempo-dinero del curso.

APROBACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJES
NO CONTESTA	49	-
Si	34	73.91%
No	12	26.09%
Total	95	

La mayoría de los estudiantes con el 49% piensan que fue de gran ayuda el curso, otro gran porcentaje con el 45% piensa que fue de alguna ayuda, y tan sólo el 6% piensa que no fue de ninguna ayuda (Figura 9).

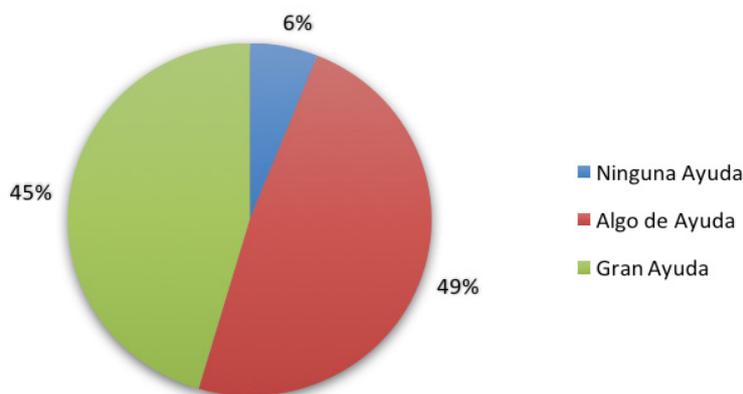


Fig. 9. Valor del curso preparatorio.

Es decir, los cursos no están cumpliendo la función que se supone realizan de ayudar al estudiante a lograr un cupo en la carrera que desean, por lo que no llenan todas las expectativas de los jóvenes aspirantes y de sus familias, tal como se evidencia en las notas obtenidas en los exámenes a los que se presentaron.

### 3.8. Acceso a la carrera que deseaba

Cuando se les preguntó si lograron ingresar a la carrera que deseaban o era de su interés, tan sólo el 47% logra entrar a su carrera de preferencia; en tanto que la mayoría que representa el 53% del total de los estudiantes del primer semestre de Agronomía no logró obtener un cupo para la carrera de su preferencia, por lo que algunos optaron por presentarse a un nuevo examen (Figura 10).

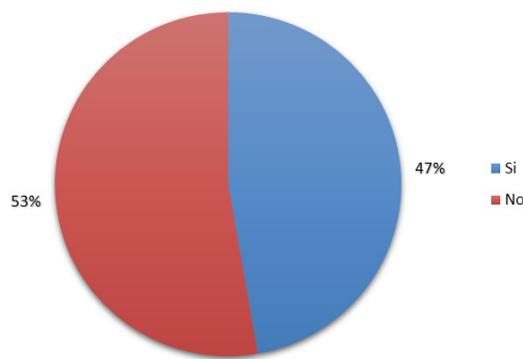


Fig.10. Entrada directa a la carrera de preferencia.

### 3.9. Migración estacional generada por los estudios universitarios

Otro de los cuestionamientos que se le ha realizado al Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA), es que se “impone” al estudiante un cupo en una carrera que se encuentra en una universidad que no esta en su ciudad de residencia o por lo menos cerca de ella. Lo que en realidad sucede es que el estudiante cuando ingresa sus datos para inscribirse para realizar el examen ENES, tiene que poner entre varias opciones la carrera que desea y la universidad a la que le gustaría ir; y evidentemente en muchos casos los puntajes alcanzadas no le permitieron optar por la carrera deseada como primera opción, sino alguna de las otras que él puso y en consecuencia muchas veces tiene que trasladarse a la ciudad donde obtuvo el cupo de acuerdo a la oferta realizada por las Instituciones de Educación Superior y esto ha generado una acusación sin fundamento al sistema, sino que fue una elección que realizó el aspirante (21).

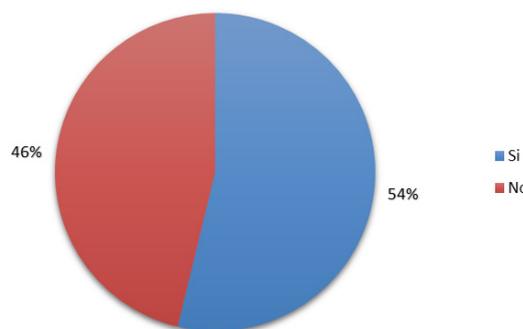


Fig.11. Cambio de lugar de residencia para estudiar.

La educación universitaria frecuentemente implica el cambio de residencia temporal o permanente que implican un proceso psicosocial de adaptación de los que llegan, aunque también impacta en quienes los reciben, sobre todo cuando el cambio es desde un medio rural a uno urbano, de tal forma que la situación migratoria se puede convertir en un factor de riesgo o protección para incurrir en conductas de riesgo (22); por ello en nuestra se realizó una pregunta relacionada con la necesidad de tener que trasladarse desde su lugar de residencia hacia la ciudad de Riobamba para poder acceder a educación superior.

La mayoría de los estudiantes encuestados respondió que se han cambiado de domicilio para iniciar sus estudios, provocando una migración interna estacional ya que un 54% se ha movilizado, el 46% restante sigue en su mismo domicilio habitual (Figura 11).

En el caso de los estudiantes que dijeron que tuvieron que trasladarse, por el lugar de hacia el cual se produjo el traslado de los estudiantes, tenemos que un 64% de ellos tuvo que cambiarsu provincia de domicilio, 30% el cantón y 6% la parroquia (Figura 12). Esta migración interna estacional significa para las familias tener que realizar gastos en estadía y transporte del hijo que tuvo que ir a residir temporalmente en la ciudad de Riobamba, sobre todo.

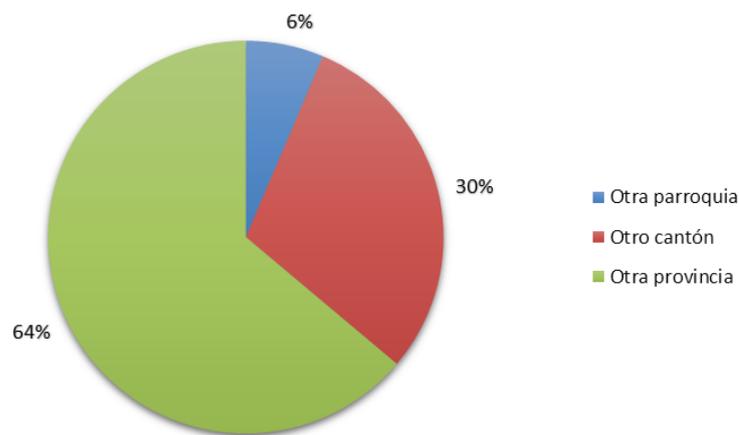


Fig. 12. Lugar de cambio de residencia para estudiar.

Esta nueva condición del joven como estudiante universitario que en los casos de aquellos que viven solos les obliga a establecer estrategias de adaptación a su nueva realidad independiente de la familia y a establecer redes entre estudiantes para apoyarse mutuamente. (22)

### 3.10. Gastos mensuales

Finalmente, se les preguntó cuál era el promedio de gasto mensual total que realizaban, independientemente si vivían con su familia, con algún familiar o solos.

GASTOS	CANTIDAD	PORCENTAJES
NO CONTESTA	5	
Entre 0-100	28	31.11%
Entre 101-200	38	42.22%

Entre 201-300	14	15.56%
Más de 301	10	11.11%
Total	95	

*Tabla 9. Gastos mensuales totales.*

Los gastos mensuales de los estudiantes entre 101 a 200 dólares ocupa el mayor porcentaje con un 42%, seguido del rango 0 a 100 dólares que corresponde al 31%, además el 16% gasta entre 201 a 300 dólares y sólo una pequeña parte correspondiente al 11% gasta más de 301 dólares al mes (Tabla 9).

Estos datos manifiestan que a pesar de que la educación en Ecuador es gratuita hasta el tercer nivel, en de alguna manera los estudiantes y sus familias tienen que realizar gastos significativos de diversa índole, desde movilización en la ciudad de Riobamba o traslado frecuente o eventual al lugar de residencia habitual, alimentación, copias, libros y otros. El impacto de estos gastos para la economía familiar estará en función del nivel de ingresos.

#### **4. Conclusiones**

Este documento es un informe/estudio preliminar de los datos obtenidos en la encuesta aplicada a los estudiantes de agronomía, ecoturismo, forestal y medicina, nos da un panorama que evidencia fallas en el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA) y que tendremos datos más reveladores y complementarios cuando concluya la investigación.

Los datos obtenidos nos proporcionaron información para intuir que el sistema no está cumpliendo función de asignar cupos en las Instituciones de Educación Superior “en función al mérito de cada estudiante” únicamente; sino que quizás, en su lugar está ahondando la brecha estructural que el sistema social ecuatoriano posee.

El no lograr el puntaje necesario para la carrera y en la universidad deseada, esta provocando que se tenga una significativa cantidad de la población realizando otras actividades sociales o laborales, distintas a la que habitualmente un joven realiza en esta etapa de la vida como es en este caso es asistir a una institución educativa de educación superior o de formación profesional. Sin duda es de interés, caminar en la línea de trabajo sobre como a pesar de que la educación hasta el tercer nivel es gratuita, las familias deben realizar gastos para que sus hijos puedan ingresar a una universidad.

Los resultados de aquellos estudiantes que optaron por una segunda postulación lograron un bajo porcentaje de mejoría (4%) de las notas en el rango de los 801 a 900 puntos, en relación a la primera postulación y en los otros rangos de nota los porcentajes se manuvieron lo que indicaría que los cursos de nivelación no estarían cumpliendo su papel de facilitar el ingreso a la universidad.

La presencia de indígenas en las aulas de la carrera de Agronomía no se corresponde a la proporción de la población que existe en la provincia de Chimborazo, lo que significaría que un importante segmento de la población no tiene acceso a la educación universitaria.

## Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses por parte de los autores.

## Bibliografía

1. Ballesteros D. La igualdad de oportunidades y el modelo neoliberal de desarrollo económico: un matrimonio mal avenido. *Sociología del Trabajo*. 2010;(70): p. 65-85.
2. Congreso Nacional. <https://www.oei.es>. [Internet].; 2000 (citado 8 de noviembre 2018). Disponible: [https://www.oei.es/historico/quipu/ecuador/LEY\\_EDUCACION\\_SUPERIOR.pdf](https://www.oei.es/historico/quipu/ecuador/LEY_EDUCACION_SUPERIOR.pdf).
3. Asamblea Nacional. <https://www.educacionsuperior.gob.ec>. [Internet].; 2010 (citado 9 de noviembre 2018). Disponible:: [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LEY\\_ORGANICA\\_DE\\_EDUCACION\\_SUPERIOR\\_LOES.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LEY_ORGANICA_DE_EDUCACION_SUPERIOR_LOES.pdf).
4. Función Ejecutiva. <http://www.espol.edu.ec>. [Internet].; 2011 (citado 11 de noviembre 2018). Disponible:: [http://www.espol.edu.ec/sites/default/files/archivos\\_transparencia/Reglamento%20Ley%20de%20Educacion%20Superior.pdf](http://www.espol.edu.ec/sites/default/files/archivos_transparencia/Reglamento%20Ley%20de%20Educacion%20Superior.pdf).
5. SENESCYT. Reglamento del sistema nacional de nivelacion y admision. 2015 jun 1.
6. SENESCYT. <https://www.educacionsuperior.gob.ec/> [Internet].;2016. [citado 20 de marzo 2019). Examen Nacional para la Educación Superior: puerta de ingreso a la educación superior pública. Disponible: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/examen-nacional-para-la-educacion-superior-puerta-de-ingreso-a-la-educacion-superior-publica/>
7. Ramírez R. Universidad urgente para una sociedad emancipada Ramírez R, editor. Quito; 2016.
8. Luna Tamayo. Políticas de exclusión de la revolución ciudadana en el acceso a la universidad. In Cabrera Narváez, Cielo C, Moreno Yáñez, Ospina Peralta, editors. *Las reformas universitarias en Ecuador (2009-2016) Extravíos, ilusiones y realidades*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar; 2017. p. 222, 251.
9. Rodríguez R. <https://www.expreso.ec/actualidad/>[Internet].;2016. [citado 20 de diciembre 2018. Los cursos de nivelación serán regulados por ley. 2016 Aug 16.Disponible:<https://www.expreso.ec/actualidad/los-cursos-de-nivelacion-seran-regulados-por-ley-JI569380>.
10. Constitución de la República del Ecuador (2008). Asamblea Constituyente.
11. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). [www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos) [Internet]. [citado 24 de marzo 2019). Primera Investigación (estudio de caso) sobre Condiciones de Vida, Inclusión Social y Derechos Humanos de la población LGBTI en Ecuador. 2012. Disponible: [www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/LGBTI/Presentacion-LGBTI.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/LGBTI/Presentacion-LGBTI.pdf)
12. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>. [Internet]. [citado 19 de enero de 2019). Banco de Información Disponible: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/banco-de-informacion/>.
13. Lopez Cleip De Sosa Ab, Amoroso De Maza T. V Encuentro Nacional y II Latinoamericano La Universidad como objeto de investigación. En: *Feminización de la matrícula universitaria*; 2008; Buenos Aires.
14. Niño Contreras L, Sáñez Pérez, Huerta Peña K. Condición de la Igualdad de género en la Universidad Autónoma de Baja California, México (2017). *ALAS*. 2018 abril - septiembre; 10(16): p. 89-109.

15. Papadópolos J. Perspectivas para la equidad de género dentro y fuera de la universidad: matrícula y mercado laboral. Uruguay en una perspectiva comparada. En: Calidad de la educación superior y género en América Latina. Quito: FLACSO; 2015. p. 309-330.
16. Rivero Santamarina, Meso Ayerdi, Peña Fernandez. “La feminización de los estudios de Periodismo: análisis del caso español”. Revista Latina de Comunicación Social. 2015;(70): p. 566 a 583.
17. Función Ejecutiva. Reglamento general a la ley orgánica de educación intercultural [en línea]. Quito: Registro Oficial; 2015 (citado 10 de enero de 2019) [Codificación]. Disponible:: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Reglamento-General-a-la-Ley-OrgAnica-de-Educacion-Intercultural.pdf>.
18. INEC. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>. [Internet]. (citado 15 de enero de 2019). Disponible: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>.
19. INEC. [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec). [Internet]. 2017 (citado 14 de diciembre de 2018).
20. SENESCYT. Reglamento del sistema nacional de nivelacion y admision. Quito; 2014 (citado 23 de enero de 2019). Disponible: <http://departamentos.ulead.edu.ec/danu/files/2014/10/Reglamento-SNNA-2014.pdf>.
21. SENESCYT. Reglamento del sistema nacional de nivelacion y admision [Internet]. Quito: Registro oficial; 2015 (citado 23 de enero de 2019). Disponible: <http://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2015/06/10REGLAMENTOSNNA1.pdf>.
22. Sosa F. La experiencia de migración y adaptación sociocultural: identidad, contacto y apoyo social en estudiantes universitarios migrantes. Revista psicogente. 2015; 18(33): p. 35 - 51.



## ARTES Y HUMANIDADES

# *Análisis signo-lingüístico de los productos alfareros de la región sierra del Ecuador*

*(Signal-linguistic analysis of the pottery products of the sierra region of Ecuador)*

B. Paredes <sup>(1)\*</sup>, C. Nájera <sup>(2)</sup>, M. Pomaquero <sup>(1)</sup>

(1) Escuela de Diseño Gráfico, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Dirección postal: EC060155.

(2) Facultad de Diseño, Arquitectura y Artes, Universidad Técnica de Ambato, Dirección postal: 180104.

\* Correspondencia. Tel.: 0992551519, E-mail: bparedes@esepoch.edu.ec (B, Paredes Calderón)

## **RESUMEN**

En el siglo XVI en el Ecuador se desarrolla una etapa de gran importancia, conocida como período de “integración”, se destaca principalmente por la creación de productos ancestrales artesanales alfareros en la región sierra del Ecuador, siendo los principales: Negativo del Carchi, situada en el Carchi; Puruhá en Chimborazo, y Cañarís en Cañar. Esta investigación tiene como objetivo fomentar el crecimiento de la industria cultural, reforzar la identidad nacional y enriquecer los estudios gráficos existentes. Su cumplimiento se desarrolla a partir de los estudios iconográficos de contenidos naturales, convencionales y de significado intrínseco conjugados a través de la inducción de aspectos gráficos. Su carácter interdisciplinario reúne elementos visuales, simbólicos y plásticos, resultantes de una composición que además de reflejar su cosmovisión, cosmología y cosmogonía se encarga de construir patrones iconológicos geométricos con sus debidas estructuras de orden composición y proporción. La resultante del análisis de la imagen y su representación formal y gráfica contribuye directamente al desarrollo de aplicaciones gráficas actuales debidamente fundamentadas.

**Palabras clave:** iconografía, símbolo, Ecuador, alfarería, diseño.

## **ABSTRACT**

In the 16th century in Ecuador, a period of great importance was developed, known as the period of “integration”. It is mainly characterized by the creation of ancestral artisanal pottery products in the highlands of Ecuador, the main ones being: Negativo del Carchi, located in the Carchi; Puruhá in Chimborazo, and Cañarís in Cañar. This research aims to promote the growth of the cultural industry, strengthen national identity and enrich the existing graphic studies. Its fulfillment is developed from the iconographic studies of natural, conventional contents and of intrinsic meaning conjugated through the induction of graphic aspects. Its interdisciplinary nature brings together visual, symbolic and plastic elements, resulting from a composition that, in addition to reflecting its cosmovision, cosmology and cosmogony, is in charge of constructing geometric iconological patterns with their due structures of composition and proportion. The result of the analysis of the image and its formal and graphic representation contributes directly to the development of current graphic applications duly substantiated.

**Keywords:** iconography, symbol, Ecuador, pottery, design.

## 1. Introducción

Se conoce que la fase cultural o período de integración entró en contacto con los incas y los conquistadores españoles entre los siglos XV y XVI (1). La cerámica en la Sierra Central del Ecuador para el área Puruhá reconoce tres manifestaciones alfareras: Guano o San Sebastián, Elempata y Huavalac, estas guardan ligeras diferencias en forma y decorado, y, en su conjunto constituyen la cerámica Puruhá, asignada como fecha inicial alrededor del 850d.C. (2). Por otra parte en la Sierra Norte el indicador cronológico de Jijón y Caamaño fija un corpus cerámico de unidades culturales a la Provincia del Carchi a partir 1920, su estudio fue madurando a los largo de 24 años donde se encuentran cambios en el estilo de la cerámica y su decoración (3).

Por último los estudios realizados en los valles de Cañar, Cuenca y Azogues, han documentado la presencia de cerámica a partir del período formativo medio y tardío. Las investigaciones realizadas por Collier y Murra (4) en el Cerro Narrío establecen semejanzas, que permiten hablar de un complejo cerámico homogéneo.

Las fases culturales o señoríos étnicos como Negativo del Carchi, situada en el Carchi; Puruhá en Chimborazo, y Cañaris en Cañar, suponen su relación en la técnica decorativa como el color y la formas con características particulares a través del tiempo (5). Cada una de las culturas posee elementos de semejanza entre ellas y otras diferenciadoras; se evidencia un elevado nivel de estilización siendo la capacidad de graficar un objeto con la menor cantidad de trazos posibles su agente diferenciador (6).

La investigación se fundamenta a partir de la aseveración de Gonzales (7), donde expresa que los diseños precolombinos no son elementos decorativos como se interpreta en casi todos los trabajos de arqueología, sino signos de indudable contenido simbólico en los que el mensaje participa del hecho plástico. Es un error creer que esta “decoración” es solo un impulso estético sin tener un origen o un rumbo definido. Se trata de elementos simbólicos con un significado y un valor comunicativo (7). La relación intrínseca de la comunicación y el diseño gráfico permite definir desde un aspecto generalizado al diseño como la disciplina que abarca las diferentes formas de manifestación de los signos como elementos de comunicación entre las personas, el diseño es el lenguaje de las cosas mismas a través de su transformación en formas, dichas formas son el signo del diseño y el acto de diseñar es el acto de significación (8). El encargado del estudio del diseño como una disciplina es el diseñador que desde su nivel de conocimiento debe aportar a la preservación del diseño ancestral, cuyo legado está en constante riesgo de desaparecer debido a diversos factores como la desvalorización de los objetos atávicos y el poco interés hacia estas manifestaciones culturales. Los rasgos y complejos culturales que organizan nuestro comportamiento en los entornos humanos (9).

Una de las ciencias que fundamenta esta investigación es la semiótica, aquella que se ocupa del estudio de la semiosis, los procesos de significación. Hablamos de semiosis toda vez que estamos frente a situaciones donde se produce una transmisión o intercambio de información, una reacción física o un efecto de sentido dados a través de signos que actúan como agentes entre un objeto y un sujeto, sirviendo para ese sujeto como representación del objeto. Considerando así a los objetos como signos pertenecientes a algún sistema y mediante los cuales se puede representar de alguna manera el conocimiento de una parcela del mundo. La semiótica del espacio es la parte de la semiótica que se interesa por el estudio de los mensajes y los procesos de significación generados mediante signos espaciales. Dentro de ella, la semiótica

visual se ocupa del estudio de aquellos procesos donde intervienen signos que operan en el canal de la visión (10). En esta investigación se hace referencia especialmente a los signos espaciales entendiéndose a estos como las organizaciones visuales que incluyen organizaciones volumétricas (tridimensionales), planas (bidimensionales) y las lineales (unidimensionales) (10). La significación de configuraciones o escenas visuales complejas muchas veces está determinada por la significación otorgada a estos elementos particulares que la componen. Cada una de las categorías visuales básicas puede funcionar como icono, índice, símbolo, o cualquier otra especie de signo, y “arrastrar” parte de su carga significativa para contribuir a los significados de las imágenes más complejas, generales o globales. Bajo esta premisa se determina entonces que el significado es la concepción de un sistema de imágenes o de objetos percibidos a través de un trabajo de articulación llevado a cabo por la lengua y la comunicación. No hay sentido que no esté nombrado, y el mundo de los significados no es más que el mundo del lenguaje (11). Para Panofsky la interpretación del objeto se realiza desde los contenidos temáticos: primarios o naturales, que constituyen la comprensión fáctica y lo expresivo del mundo de los motivos artísticos. Luego analiza el contenido temático secundario o convencional, constituyendo el mundo de las imágenes, historias y alegorías. Para finalmente estudiar el significado intrínseco o contenido, que constituye el mundo de los valores “simbólicos” (11).

Existe un vasto mundo de símbolos que identifican acciones u organizaciones; símbolos que van desde los de gran riqueza en detalles representacionales a los completamente abstractos y por tanto relacionados con la información reconocible (12). El simbolismo está comprendido en tres géneros: imágenes que reconocemos del mundo real, imaginación fantástica, mitológica y razonamiento calculador (13).

Finalmente es importante ofrecer un enfoque al diseño gráfico, que utilizando un discurso moderno se inserte en aspectos tales como la diversidad cultural, la inclusión, el desarrollo y la idea misma de identidad, respondiendo a la comunicación en una cultura global que reconoce a cosmovisiones, sistemas de valores y patrones de conducta ajenas a nuestra identidad cultural (9).

## **2. Metodología**

La investigación cualitativa- descriptiva es idónea para la solución de problemas relacionados con el diseño, es así que se aplica como parte de la indagación y análisis de la imagen y de su representación simbólica plasmada en la alfarería de la región sierra del Ecuador durante el período de integración. La metodología de la investigación propone el análisis de la iconografía desde la perspectiva de Erwin Panofsky, y los tres niveles de contenido: natural, convencional y de significado intrínseco, considerándose a todos ellos como una única unidad inductiva desarrollada a partir de observación, y análisis de aspectos generales gráficos.

Inicialmente se identifican geográficamente los lugares de asentamientos alfareros de la región Sierra y se ubican las piezas alfareras pertenecientes al período de integración, fig. (1-2-3), tomando como principal técnica la observación y su registro a través de la fotografía.



Fig. 1. Muestra de cerámicas Puruhá período de integración.



Fig. 2. Muestra de cerámicas Carchi período de integración.



Fig. 3. Muestra de cerámicas Cañar período de integración.

Se obtienen un total de 175 piezas alfareras evidenciadas bajo estrictas condiciones de conservación, en los museos y muestras del país. Tabla (1).

*Tabla 1. Registro de piezas alfareras en el período de integración en museos y muestras de las provincias de la Sierra del Ecuador.*

# de piezas cerámicas	Museos y muestras	Provincia
30	Museo Paquita de Jaramillo	Carchi
30	Museo de la Subsecretaria de Memoria Social del Ministerio de Cultura y Patrimonio.	Carchi
20	Muestra privada de Olga Fisch	Carchi
20	Muestra privada del ABYA AYALA QUITO	Carchi
25	Museo Etnográfico y Arqueológico de Guantug	Cañar
12	Museo Edgar Palomeque Vivar de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión, Núcleo del Cañar	Cañar
8	Museo de las Culturas Aborígenes	Cañar
12	La colección Casa Escobar	Chimborazo
12	Museo Ministerio de Cultura y Patrimonio de Riobamba	Chimborazo
2	Inventario INPC	Chimborazo
4	Museo Paquita Jaramillo	Chimborazo

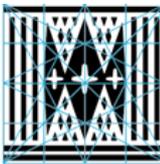
Las fotografías se realizan en planos generales, con las mejores condiciones de iluminación posible, cabe recalcar que al ser piezas arqueológicas, su gran valor no permite la manipulación total de las mismas sin embargo se procuran fotografías de calidad.



*Fig. 4. Fotografía compotera con detalle.  
Fuente(s): Flores, 2016.*

A través de la semiótica y el diseño gráfico se identifican los signos visuales que se estudian como dimensiones de “ordenamiento de los materiales a partir de los aspectos externos del objeto” (14), es decir a partir de la observación de los atributos discretos (simetría, estructura, tipo de contorno, forma geométrica). De esta forma se organizan a través de fichas de registro donde se definen las variables: registro fotográfico, datos informativos (museo/muestra, código y tipología) digitalización, trama modular/sistema proporcional y aspectos de diseño gráfico. Tabla (2).

Tabla 2. Análisis gráfico, simbólico de piezas alfareras en el periodo de integración en museos y muestras de las provincias del Carchi, Cañar y Chimborazo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO	DATOS INFORMATIVOS	DIGITALIZACIÓN	TRAMA MODULAR/SISTEMA PROPORCIONAL	ASPECTOS DE DISEÑO GRÁFICO
	<b>Museo /muestra:</b> Paquita de Jaramillo			Fondo: rojo Forma: negra
	<b>Código:</b> N°315 NC056			<b>Categorías compositivas.</b> Dirección, repetición gradación
	<b>Tipología:</b> Compotera	<b>Sistema proporcional andino</b>		

Finalmente se ordenan los contenidos según Panofsky y los niveles del objeto de interpretación, obteniendo la información gráfica de los ítems anteriores y reforzando los aspectos de significado intrínseco de investigaciones anteriores como: representaciones ancestrales y colores del cosmos, diseños de los platos del Carchi, catálogo de Iconografía del Ecuador Antiguo e iconología por categorías.

Tabla 3. Análisis iconográfico según el objeto de interpretación.

	CONTENIDO NATURAL	CONTENIDO CONVENCIONAL	SIGNIFICADO INTRINSECO
PURUHA	Platos hemisféricos. Ollas de asiento curvilíneo y paredes de corte convexo, que se inclinan hacia el interior.		<b>Las figuras geométricas</b> como el círculo, cuadrado, rectángulo, rombo, trapecio, líneas en zigzag, diagonales y espirales, simbolizan la representación de su entorno y su percepción de la vida.
	Ollas formadas por dos casquetes esféricos que se reúnen en ángulo redondeado, gollete corte rectilíneo.	<b>Color:</b> Barro ordinario rojo con deficientes efectos decorativos con pintura blanca y oscura.	
	Ollas de cuerpo globular, gollete corto rectilíneo. Ollas globulosas, alargadas hacia arriba, sin gollete.	<b>Forma:</b> negativa sobre pintura con conceptos geométricos que incluyen cabezas y figuras de aves.	<b>El círculo</b> expresa el concepto de la ley cíclica de la vida y del renacimiento después de la muerte.
	Compoteras de plato hemisférico, profundo, pie corto.  Compoteras de pie hueco, con pequeñas perforaciones.		<b>El ave</b> en la cultura Puruhá simboliza la altitud, libertad y naturaleza viva, representa el principio de la dualidad en la unidad (15).

<p><b>CAÑARIS</b></p>	<p>Ollas con base anular. Botellas altas, angostas de cuello corto.</p> <p>Cantaros antropomorfos de cuerpo globular y cuello alto.</p> <p>Compoteras de plato hemisférico.</p>	<p><b>Color:</b> Barro ordinario rojo Las decoraciones usan pintura espesa y opaca de color blanco, con las que se grafican los elementos visuales como espirales y demás elementos decorativos.</p> <p><b>Forma:</b> negativa sobre pintura: altos conceptos mitológicos imágenes de 7 cabezas triangulares, monos y dragones.</p>	<p><b>La forma concreta</b> tuvo relación directa con los elementos de la naturaleza, la profunda simbología de los animales tuvo carga religiosa e ideológica. Los pueblos antiguos valoraron los espíritus, el poder de las aves y demás animales.</p> <p><b>Las serpientes</b> su valor simbólico es muy elevado porque define y diferencia lo divinizado de lo sagrado. Está asociada con el agua, la lluvia con relación a la función agrícola.</p> <p><b>La representación de las estrellas</b> presenta relación con seres mitológicos, las consideraban como protectoras de especies animales terrestres. Su composición gráfica varía el número de puntas entre 4 y 5, acompañadas de figuras concéntricas y círculos.</p>
<p><b>CARCHI</b></p>	<p>Ollas globulares de cuello corto y gran apertura.</p> <p>Ollas formadas por dos casquetes esféricos que se reúnen formando un ángulo sin cuello.</p> <p>Cantaros de cuerpo ovoidal alargado, cuello alto y ancho.</p> <p>Ollas trípodes, con pies cónicos macizos.</p> <p>Vasijas sin gollete de cuerpo ovoidal y pie anular.</p> <p>Platos con base anular de pie bajo.</p> <p>Compoteras.</p>	<p><b>Color:</b> Sobre el barro amarillo rojizo se trazan dibujos con pintura roja, negra y blanca. Su decoración es por pintura y bruñida es muy frecuente no se limita al fondo y por lo general es geométrica (16).</p> <p><b>Forma:</b> Uso de triángulos líneas paralelas y alto grado de estilización de animales como dragones, monos y arañas.</p>	<p><b>Los triángulos:</b> se intercalan con cruces de líneas y bandas diagonales, simbolizan campos sembrados y la tierra.</p> <p><b>Triángulos rectángulos y cuadrados</b> se intercalan con bandas, cruces y líneas diagonales y se encuentran en el centro de soles, rostros y ojos, su simbolismo principalmente agrícola representa la dualidad entre el hombre y la tierra.</p>

### 3. Desarrollo y discusión

La investigación presenta como resultado de la inducción gráfica y el estudio de su simbolismo, aspectos similares y genéricos en los tres niveles de interpretación del objeto según Panofsky y los estudios sobre iconología.

El primero en considerarse es el *contenido temático natural*, concebido en esta investigación y según el autor como el *mundo de las formas puras*, reconocidas así como portadoras de significados primarios y naturales (11), encontrándose en la investigación cerámicas de formas abiertas como: platos, cuencos y vasos, de formas cerradas como: ollas y botellas y de formas mixtas como: vasijas en forma de ollas globulares, platos hemisféricos,

ollas formadas por casquetes, cántaros antropomorfos, mocaljetas o platos trípodes y compoteras con pie cilíndrico, todas estas como elementos utilitarios, derivados de formaciones sociales y culturales, que han sido reajustadas en consonancia con los nuevos hallazgos.

El segundo elemento de la investigación es producto de la relación de los motivos artísticos reconocidos por el autor como *composiciones, conceptos y temas*, portadores de un significado secundario o convencional, pueden ser llamadas también imágenes (11). Este ámbito además de motivar a la investigación por su vínculo con el diseño, se estudia a partir del registro fotográfico y su paso a la digitalización, donde se identifican tramas modulares y elementos del diseño gráfico. Su resultado evidencia que las figuras geométricas son de dos tipos; unas relacionadas con las prácticas y otras con la representación de los astros, la concepción simbólica y mágica evidencia que estas figuras son propias de la concepción andina.

El uso frecuente de las líneas zigzag en los diseños tradicionales del Ecuador y de América, simboliza la relación más sublime entre el cielo y la tierra, y las cenefas y grecas son formas de ornamento que cercan y enlazan figuras geométricas, tienen dirección ascendente o descendente y su simbolismo es netamente andino, estructurado a partir de un proceso de leyes de formación a partir de la cruz cuadrada.

Su composición comprobada por Milla (17), posee el trazado armónico terciario basado en el cuadrículado de creación, a partir de leyes que simbolizan posibilidades numéricas y geométricas que estructuran productos simétricos y proporcionan armonías. Están representadas con la técnica del decorado negativo empleado para jugar con los colores rojo y negro y a la vez, presentar motivos cósmicos, rayas y conjuntos de puntos esotéricos (18).

En cuanto al uso de las formas se definen figuras antropomorfas, seres mitológicos de varias cabezas y animales como: aves, monos, pulpos, serpientes, arañas, venados, zorros, etc. Todos como resultado de la representación creativa de la naturaleza, a partir de su visión de la vida, la representación de montañas, ríos, plantas y animales simbolizados con líneas rectas estilizadas y colocadas en espacios de cuatripartición.

Por último el significado intrínseco concebido como la *interpretación de los elementos, formas y motivos* son descritos por el autor como valores simbólicos (11). Este significado en la investigación parte de la cosmogonía que representa lo mágico y religioso y la cosmovisión lo natural y social.

Del total de la población se encuentran similitudes marcadas en ejes como: la dualidad como visión cosmogónica en donde la concepción de unidad está conformada por dos partes, indispensables una de otra, su representación está comprendida por elementos compuestos y complementarios a la vez: cielo tierra, sol- luna, día- noche, hombre- mujer, bueno- malo...etc, el cromatismo también tiene su sentido donde los colores claros como el blanco representaban la masculinidad, mientras que los colores oscuros la feminidad. Otro elemento fundamental en el estudio estructural y gráfico es la cuatripartición los cuatro elementos se subdividen en cuatro pares suplementarios y asociados; denotan la unión de los opuestos por medio del desdoblamiento o cuatripartición de los elementos contrarios respectivamente. De estas concepciones de unidad y división seguramente deriva la Cruz del Sur como un ente y un concepto astronómico ligado a la problemática del control de las estaciones, su forma de cruz es puramente casual, y la longitud de sus brazos mayor y menor están en la misma relación que el lado de un cuadrado

y su diagonal (13). Ésta representa el principio de la horizontalidad y verticalidad, es un signo elemental que reúne enlaces dualistas de activos y pasivos y tiene mucha representación en la mitología, además de ser utilizada como señalización o punto central. La cruz cuadrada en el Ecuador ancestral constituye un elemento fundamental dentro de su cosmovisión y su identidad, es muy conocida durante los diferentes períodos de desarrollo del Ecuador, entre estos el período de integración. El diseño de la cruz cuadrada está representada en objetos como cerámica, piedra, metal, madera...etc.

Ya entrando en aspectos más genéricos se podría decir que las estructuras del pensamiento de la cultura andina tiene ante todo al espacio como una representación primaria de carácter latitudinal, expresada en conceptos de arriba y abajo (19), en América y en los andes los conocimientos astronómicos fueron científicamente manejados durante miles de años por nuestros ancestros más antiguos, como prueba de ello algo se conoce de los calendarios lunares y solares que incidieron en la época agrícolas (6). Finalmente se concluye que el desarrollo de la filosofía andina conformada por elementos discursivos cargados de sentido y significado, son representados *en signos* relativos a la manera en la que el mundo es simbolizado, esta relación de discursos conforma la *ciencia* que vincula la interacción entre los discursos verbales y la práctica, surgiendo un discurso explicativo que desemboca en la construcción de la Cultura (20).

#### 4. Conclusiones

El diseño gráfico como disciplina debe concebirse desde una perspectiva andina, de amplio contenido natural, formal e intrínseco, donde cada uno de elementos que lo componen sean dirigidos por un riguroso sistema gráfico, cargado de significado.

Las culturas Negativo del Carchi, Puruhá y Cañaris, presentan aspectos simbólicos relacionados con la dualidad, la cosmovisión de la naturaleza y los seres que en ella convergen, así como también se evidencia la asociación de los íconos estudiados con fuerzas cósmicas y eventos míticos relacionados directamente con los individuos, producto de la comunicación simbólica.

Las representaciones gráficas demuestran un contraste de fondo-forma, derivado del color rojizo característico de la cerámica que actúa como fondo y la forma realizada con tintes blancos o negros de acuerdo al período y la región a la que pertenecen. Las figuras geométricas se convierten en elementos bases de la composición gráfica, que junto a ornamentos difunden un significado y se vuelven parte del mensaje visual.

La cultura Cañari evidencia una gran expansión y desarrollo territorial, siendo esta una de las culturas que mayor registro arqueológico en materia de vasijas mantiene. Su técnica de elaboración ancestral “el golpeado” se conserva en la actualidad. Negativo del Carchi posee una riqueza iconológica de gran relevancia, sus vasijas y asentamientos permiten dilucidar investigaciones avanzadas en el tema iconológico, su temática es claramente identificada por ser rica en conceptos mitológicos. La cultura Puruhá es una cultura de gran riqueza y particularidad cultural, sus asentamientos alfareros marcan una tendencia en la manera de ornamentar la cerámica, convirtiéndose en marcadores de etapas y períodos de la cultura.

La colonización inca y española destruye la mayoría de significación simbólica constituida por nuestros pueblos aborígenes, haciendo que la sociedad actual pierda su conocimiento e interés.

## Agradecimientos

A los ingenieros Pablo Flores y Diana León por su contribución en la investigación.

## Bibliografía

1. Naranjo M. La cultura popular en el Ecuador. Provincia de Imbabura; 1988. pág. 68.
2. Banco Central del Ecuador . Productos culturales; Quito: s.n; 2007.
3. Instituto otavaleño de antropología. Diseños Tuza. Otavalo : Gallocapitan C.A; 1981.
4. Collier D, Murra J. Reconocimiento y excavaciones en el Austro ecuatoriano. Azuay: Casa de la cultura Ecuatoriana, Nucleo Azuay; 2007.
5. Museo del Banco Central de Ecuador. Riobamba. Quito: Ed. Banco Central;2002. pág. 15.
6. Quinatoa E. Representaciones Ancestrales y Colores del Cosmos. Diseños del los Platos del Carchi. Quito: Editorial Nuevo arte; 2013. pág. 397.
7. Gonzáles A. Diseño y arte precolombinos. Buenos Aires: s.n; 2008. págs. 7-8.
8. Maldonado R. 2017. Fundamentos del diseño: ¿cómo partimos desde las leyes y principios de la cosmovisión andina?. Revista de investigaciones , Vol. 5, págs. 67-81.
9. Malo C. Diseño y artesanía. Cuenca: CIDAP;1990.
10. CaivanoJ. La semiótica como paradigma para el estudio de la luz y el color . Buenos Aires: s.n; 2011.
11. Panofsky E. Estudios sobre iconología. Madrid: Alianza; 1998.
12. Dondis D. La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual. Barcelona: Gustavo Gili; 2006.
13. Milla Z. Introducción a la Semiótica del Diseño Andino Precolombino. Lima: Eximpres;1990.
14. Lumbreras L. La arqueología científico social. s.l.: Gaceta arqueológica Andina;1982. Vol. 1, 4-5.
15. Moreno J, López M, Loza J. 2018. Diseño experimental de sistemas modulares en base a la iconografía de la cerámica Puruhá. Chakiñan: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Vol. 6, págs. 5-26.
16. Caamaño J, Jijon . Antropología Prehispánica del Ecuador. Quito: Prensa Católica; 1945.
17. Uribe, Zadir Milla. Introducción a la semiótica del diseño Andino Precolombino . Perú: CONCYTEC, 1990.
18. Stothert K. 2006. La cerámica de etiqueta de las tolas de Japoto (costa de Ecuador). Bulletin de l'Institut français d'études andines. [Internet] Bulletin de l'Institut français d'études andines. Disponible en: <https://journals.openedition.org/bifea/3640#tocfrom3n3>.
19. Sanchez J. Textos textiles en la tradicion cultural Andina. Quito: IADAP, 1995. ISBN-9978-60-021-3.
20. Zúñiga V. 2014. Aproximación a un Vocabulario Visual Básico Andino. I+ Diseño: revista internacional de investigación, innovación y desarrollo en diseño, Vol. 9, págs. 176-188.
21. Cereceda, V. 2010. Semiología de los Textiles Andinos: Las Talegas de Isluga. Chungara, Revista de antropología Chilena , Vol. 42, págs. 181-198.

22. López U. 2009. The animated world of indigenous textiles in Carangas. Tinkazos, Vol. 12, págs. 145-158. 1990-7451.
23. Capua D, C. De la magen al íconno. Historia de Arqueología e historia del Ecuador . Quito: Abya Yala;2002.
24. Gonzalez C. El Símbolo en la Antropología. Cuenca: s.n.; 2007.

# *Tatuaje y memoria: lo que la piel comunica*

*(Tattoo and memory: what the skin communicates)*

G. Vásconez <sup>(1)\*</sup>; F. Carpio <sup>(2)</sup>

(1) Universidad Nacional de Chimborazo

(2) Instituto Tecnológico Superior José Ortega y Gasset

\* 0987494977; gvasconez@unach.edu.ec (G.X. Vásconez Merino)

## **RESUMEN**

Este trabajo propone una reflexión sobre el tatuaje, su relación con la memoria y los resultados de entrevistas que se mantuvieron con cuatro tatuadores/tatuados de la ciudad de Riobamba, quienes a través de un enfoque cualitativo-interpretativo, nos ofrecen sus vivencias dentro del mundo del tatuaje, como sujetos tatuados que viven en una sociedad que está apenas aprendiendo a aceptar lo que esto significa y como trabajadores que subsisten del tatuaje. Mucho más allá de la concepción tradicional del tatuaje como una moda, se lo interpreta como una reflexión sobre uno mismo, como algo que quienes se tatúan quieren portar en su piel para toda su vida, porque resulta significativo. El tatuaje es una conmemoración y el cuerpo es el lugar en el que quedan impregnadas estas historias. Se revisa las memorias de los tatuadores y se intenta indagar sobre su manera de pensar, para relacionar estas experiencias con quienes han teorizado el fenómeno, desde sus diferentes instancias.

**Palabras clave:** *Cuerpo, tatuaje, comunicación, memoria, percepción, discriminación.*

## **ABSTRACT**

This work proposes a reflection on the tattoo, its relationship with memory and the results of interviews that were maintained with four tattooists / tattooed from the city of Riobamba, who through a qualitative-interpretative approach, offer us their experiences within the world of tattooing, as tattooed subjects living in a society that is barely learning to accept what this means and as workers who subsist on the tattoo. Far beyond the traditional conception of the tattoo as a fashion, it is interpreted as a reflection on oneself, as something that those who get tattoos want to wear on their skin for their entire lives, because it is significant. The tattoo is a commemoration and the body is the place where these stories are impregnated. The memories of the tattooists are reviewed and an attempt is made to investigate their way of thinking, to relate these experiences with those who have theorized the phenomenon, from their different instances.

**Key Words:** *Body, tattoo, communication, memory, perception, discrimination.*

## **1. Introducción**

A partir de los diversos planteamientos y metodologías que existen sobre el tatuaje, se ha elegido una postura valorativa que tenga cercanía con el arte y que se presenta como una extensión del universo psíquico de quien realiza estas prácticas en su cuerpo, como una forma de expresión que mantiene en su fundamento el hecho de comunicar algo y por otro lado, que existe una memoria en el relato que se genera, una conmemoración o un homenaje.

Tatuaje y memoria mantienen una cercanía que se ha planteado a través del análisis de los autores Turner, Bourdieu, Ricoeur, Foucault, Feixa, Rocha, Merleau-Ponty, Nateras o Corzario, en el que se enlazan las significaciones personales y colectivas, planteando un modo de comunicación con los demás, a través de un acto menor y personal de rebeldía.

Acercar el tatuaje a la memoria, surge del interés que ha sido consecuencia de varias reflexiones en torno al tatuaje y de conversaciones con tatuadores realizadas por el autor Galo Vásconez, mientras realizaba la investigación para los tatuajes que iba a llevar en su cuerpo. El pensamiento, corroborado por varias fuentes, de que el tatuaje no se debía únicamente a un acto pasajero de la moda, instó a indagar en bibliografía y entablar una metodología que sustente los hechos que se habían escuchado, a manera de conversación.

Para contextualizar el fenómeno, se realiza una aproximación a la historia del tatuaje desde los autores Walzer, Ambrosio, Ballén, Licona, Corci, Londoño o Koch, pues el tatuaje no siempre tuvo la mirada que se estudia, sino que ha hecho un camino de ida y vuelta entre lo peyorativo y lo altamente cotizado, para desembocar en la cultura de masas, la inclusión de nuevas técnicas y llegar hasta nuestros días, en que el tatuaje ya ha sido normalizado en la sociedad, aunque en Riobamba todavía se estigmatiza a quienes llevan tatuajes, sobre todo cuando tienen un gran tamaño o están en lugares visibles del cuerpo.

Esta investigación se realiza en la Riobamba contemporánea y nos permite adentrarnos en el ámbito del tatuaje desde la visión de quienes son los realizadores de memorias indelebles, es decir, desde los tatuadores, que a la vez están tatuados y forman parte de ambos mundos, por ello tienen una visión más amplia, al convivir con sus tatuajes y sobrevivir, gracias a ellos. Se indaga sobre su manera de pensar, su forma de concebir el mundo, sus inicios y sobre todo, se trata de establecer puntos de cercanía con la memoria, a través de la narración de anécdotas, el porqué de sus tatuajes, significación, proximidad afectiva con quienes llegan a sus estudios; debaten sobre la posibilidad de que la memoria personal se vuelva colectiva, o por lo menos dual, al compartir con sus clientes el proceso de tatuado, es decir, tratar de volcar en entrevistas, todo su pensamiento en cuanto al tatuaje y valorizar este conjunto de ideas, pues han trabajado en este campo por muchos años y el tatuaje ha sido determinante en su forma de vida.

## 2. Metodología

Para el presente artículo, se utilizó el método etnográfico, de carácter cualitativo, con la técnica de la entrevista a profundidad para la recolección de información. Se realizó un muestreo probabilístico, puesto que todos los tatuadores/tatuados de Riobamba tenían la posibilidad de ser elegidos para formar parte de la investigación, y un muestreo aleatorio simple, para elegir 4 sujetos y completar el tamaño requerido de la muestra.

La primera puntualización que se fijó para los sujetos de estudio, es que fueran tatuadores y tatuados, para ello se realizó una indagación entre los locales de tatuajes que desempeñan su labor en la ciudad de Riobamba y en redes sociales, pues no todos los tatuadores de la ciudad poseen un estudio, sino que trabajan desde sus casas o acuden a las casas de quienes los contratan.

Se realizó conjuntamente una publicación en Facebook, para invitar a tatuadores interesados en formar parte de la investigación. Una vez elaborada esta indagación previa, se

tuvo un número de diez tatuadores prestos a ser entrevistados, de entre los cuales se realizó una nueva selección de participantes, tomando en cuenta que hayan tenido algún caso de exclusión social o discriminación por llevar tatuajes en su cuerpo y, finalmente, que se adscribieran a algún tipo de cultura urbana, que resultara determinante en su vida. Es así que quedaron cuatro entrevistados, tres hombres y una mujer, con una edad aproximada de 30 a 40 años y vínculos con las culturas urbanas: geek, rock, metal y hip hop.

La manera de comprender el objeto de estudio, fue acceder directamente a sus lugares de trabajo, en encuentros personales, algunos sin interrupciones de por medio y otros en sesiones de tatuaje. Las entrevistas no tuvieron una estructura fija y se concluían una vez que se agotaban los temas, para en una siguiente sesión, abordar ideas puntuales. De este modo, con cada uno de los participantes se mantuvo de tres a cinco entrevistas prolongadas, dejando para las sesiones finales las preguntas personales, específicamente las que tienen que ver con sus tatuajes y significación.

Cada una de las entrevistas fue grabada en audio y video y se desarrolló matrices descriptivas con los temas importantes que abordaba cada sujeto. Se organizó la información por unidades temáticas, a saber: Memoria y tatuaje, tatuador/tatuado, discriminación, ritual y experiencias personales – algunas de las cuales se incluyen en el presente estudio como subtema-, y se realizó una transcripción textual de las intervenciones para cada apartado, con el fin de entablar relaciones interpretativas de contenido.

Para mantener confidencialidad en cuanto a los testimonios que fueron recabados en las entrevistas, no se mencionará los nombres de los entrevistados, sino que se hará referencia a ellos por el género musical o cultura urbana a la que pertenecen, acotando que Rock hace referencia a la mujer que fue partícipe de la investigación, quedando de este modo: *Geek, Rock, Metal, Hip hop*.

Finalmente, el presente trabajo no realiza un análisis exhaustivo del tatuaje en la ciudad de Riobamba, sino que es una aproximación al punto de vista de tatuadores/tatuados en cuanto a la memoria y el arte del tatuaje específicamente, de aquí parte la reflexión sobre la memoria, la conmemoración y la interpretación psíquica.

### **3. Desarrollo y discusión**

#### *3.1. Historia del tatuaje*

Existe diversidad de estudios sobre el tatuaje, algunos lo abordan como un ingenuo ornamento corporal (1), otros lo aproximan inevitablemente hacia la moda (2), y otros realizan un estudio histórico, con un recorrido analítico por civilizaciones en que el tatuaje ha resultado preponderante, ya sea concibiéndolo como emblema propio de la nobleza, o como manifestación afectiva de quien lo lleva (3); y finalmente, existen estudios recientes que lo equiparan a las manifestaciones del grafiti, que lo ejemplifican como un símil del tatuaje en las ciudades (4).

Entre las muchas acepciones que tiene la palabra, “existe una versión proveniente de Tahití según la cual “tatuaje” deriva de la palabra tatau que quiere decir “conforme a las reglas”; la otra hipótesis sostiene que “tatuaje” se deriva del vocablo tata, que quiere decir “cortar o herir” (5). La definición más consensuada, menciona que tatuaje proviene del latín y significa estigma, marca realizada sobre el cuerpo con un objeto afilado (6).

En la antigüedad se empleaba los tatuajes de distintos modos, los romanos los utilizaban para marcar a sus prisioneros; con la llegada de Constantino al poder, esta práctica dejó de realizarse, pues los cristianos creían que si Dios lo había hecho el cuerpo a su imagen y semejanza, los hombres no tenían ningún derecho a tocarlo. Por lo mismo, las personas que llevaban tatuajes fueron perseguidas durante La Inquisición de manera desmedida, al creerse que eran signos de herejía y brujería (7).

En aquella época, el tatuaje tenía una asociación muy cercana al ritual, dado que se le era otorgada la cualidad de la protección contra enfermedades y mala suerte (8), también expresaba prestigio ante la sociedad, rango o pertenencia grupal, incluso como método de intimidación en las guerras y transversalmente a todas las culturas, siempre ha sido utilizado como adorno.

El tatuaje también ingresó a las regiones de India, China y Japón, en esta última servía sobre todo para identificar a los prisioneros y la cárcel de donde salían y por estas mismas marcas, su entrada a la vida comunitaria era rechazada.

Por otro lado, en las cruzadas, los guerreros se hacían tatuar crucifijos que los pudieran identificar como cristianos y, en caso de morir tuvieran un entierro de acuerdo a sus creencias, mismo ejemplo tomaban los peregrinos que iban hacia Jerusalén. Posteriormente, por la expansión de los viajes en el mar, esta práctica fue llevada hacia otros continentes, llegando incluso al americano (9).

La práctica del tatuaje fue llevada a los marineros por parte del capitán J. Cook, asociándolo desde allí, con la actividad marina. Quien dio el dato sobre las primeras prácticas del tatuaje en ultramar fue J. Banks, que viajó junto a dicho capitán y vio su inicio como un acto recreativo, que más tarde se convirtió en una forma de identificación para quienes creaban motines a bordo, por lo que se formó en el imaginario social la asociación marineros-tatuajes-delincuencia, con el consecuente rechazo (10).

La práctica del tatuaje también se llevó a cabo en una etapa trágica de la historia de occidente durante el siglo XX. Los nazis tatuaban con números identificativos, a los judíos que entraban a los campos de exterminio y así los contabilizaban, marcados por pertenecer a la cultura repudiada por los alemanes de aquella época (11).

Samuel O' Reilly fue el inventor de la máquina de tatuar, inspirada en un artefacto creado por Thomas Edison. Se dice que el primer estudio de tatuajes fue abierto en la ciudad de New York, por un inmigrante alemán llamado Hilbedrant. Esta práctica se generalizó en los puertos, en donde proliferaban los marineros, pero poco a poco, a partir de los años setenta, el fenómeno se difundió aún más, gracias al nacimiento de la llamada cultura alternativa, que tenía un apego especial por las formas extravagantes (12).

En los años ochenta, la adopción de ciertas modas por grupos como los punks o los rockeros, hizo que el tatuaje se integrara como uno más de los elementos de identificación grupal, sobre todo dándole un sentido de protesta, frente a todo el statu quo de la sociedad. El auge de la comunicación de masas en los años 90, permitió que todos estos estilos y corrientes sean visibilizados, pusieron un precio a cada uno de ellos, convirtiéndolos en moda, creando una industria y un mercado (13).

Luego de todo este acontecer, el tatuaje ha llegado hasta la actualidad y se ha instaurado como una práctica que no es objeto de tabú ni ligada a la delincuencia, cada vez con más adeptos, asociada tanto a la moda como a un ritual personal de manifestación de sentimientos de cualquier índole. Los tatuajes “estaban estrechamente relacionados con los cambios culturales, sociales y costumbres de cada época. Por otra parte, la utilidad de los tatuajes es diversa [...] a través de la historia ha servido como forma de identificación, ya sea como decoración o cosmética, e incluso ha incursionado dentro de la religión y los ritos sociales”. (14).

### 3.2. *Cuerpo*

El territorio en donde el tatuaje tiene lugar es el cuerpo, es allí en donde se plasman todas las ideas, visiones y adornos que alguien quiera llevar consigo toda la vida. Turner manifiesta que “el cuerpo se convierte en un campo de fuerzas que son tanto activas como reactivas. El cuerpo forma parte del proceso total de la voluntad de poder y la voluntad de saber. El cuerpo no es un hecho biológico de nuestra presencia en el mundo, sino una visión, un objetivo, un punto de llegada y salida para las fuerzas que conforman la vida” (15).

El cuerpo es una construcción socio-cultural, que es objeto de poder y saber, la cultura moderna occidental lo ha convertido en tal, a través de la racionalización y se ha llegado a ver al ser viviente en una dicotomía sujeto/objeto.

Interpretar así el cuerpo, desde lo cultural más allá de lo anatómico, se refiere a un contexto y un espacio establecido, de una época, “se trata de una construcción humana sobre un elemento de la naturaleza. La sociedad lo modela y ha sido objeto de cambio” (16).

Bourdieu lo define como un producto social que, dada la distribución desigual del capital, no puede llegar, en la mayoría de casos, a la representación que se espera en la sociedad actual (17). Existe la idea de querer llegar a tener cuerpos perfectos, como si fuesen maniqués, pero no todas las personas pueden acceder económicamente a los cambios que implica el deshacerse de todas las “incorrecciones”.

La “normalidad” se torna convencional, la normalidad se da en ver cuerpos sin distinción. “La cultura, por medio de los valores que impone y desde los que interpreta el mundo, no se adhiere simplemente al cuerpo, sino que lo constituye. El habitus se inscribe en los cuerpos y en las cosas” (18). Toda la sociedad se envuelve en un halo de “normalidad” que nos permite movernos por el mundo y pasar desapercibidos.

Yo he conversado con amigos que tal vez por tener trabajos convencionales, han tenido que cortarse el cabello, no pueden tatuarse, no pueden usar aretes, y viven un tanto reprimidos.

#### *Metal*

De esta manera, *Metal* afirma que quienes conforman su círculo de amigos, han tenido que modificar su apariencia para lograr encajar en la sociedad, que los miraría de manera diferente o incluso los excluiría en caso de permanecer con una imagen que no esté acorde a los cánones establecidos.

Para Michel Foucault, el contexto actual, de mayor productividad informativa y expresiva, transforma al cuerpo en un objeto de culto, a través de prácticas biopolíticas, una regulación que domestica políticamente a los cuerpos para obtener réditos económicos de ello. Menciona que se ha hecho frecuente la preocupación exacerbada por la salud, la higiene, productos médicos y la lucha por mantenerse en régimen y no exceder o bajar de un peso promedio, manteniendo un cuerpo tonificado, similar a un maniquí, llegando incluso al punto de reciclar el cuerpo quirúrgicamente, para combatir de manera fundamental la degradación corporal (19).

Foucault menciona que el cuidado de uno mismo, abarca tres distinciones: en primer lugar, respecto a sí mismo, respecto a los otros y respecto al mundo. En segundo lugar, es una manera determinada de atención, de mirada. Preocuparse por sí mismo supone convertir la mirada y llevarla del exterior al interior; implica cierta manera de prestar atención a lo que se piensa y sucede en el pensamiento. En tercer lugar, la noción de cuidado de sí, designa una serie de acciones por las cuales uno se hace cargo de sí mismo, se purifica, se transforma y se transfigura (20).

### 3.3. *Los primeros pasos*

El tatuaje, en una acepción despojada de todo contenido emocional y cultural, podría ser definido como una técnica ornamental que, mediante un proceso de inserción de tintes en la epidermis, realiza diseños permanentes en la piel, se encuentra dentro de los valores que pregona el arte urbano y, en su mayoría, son reproducidos por las culturas juveniles. “Las experiencias sociales de los jóvenes son expresadas colectivamente mediante la construcción de estilos de vida distintivos, localizados en el tiempo libre, o en espacios intersticiales de la vida institucional” (21).

El proceso para hacerse un tatuaje requiere en primer lugar de un buen convencimiento y/o premeditación. Por lo general, uno ya tiene la idea de lo que quiere tatuarse, ese símbolo que despierta fascinación, parece asomarse por debajo de la piel, para marcarse en la imaginación entre la piel del sujeto, dando una nueva visión del cuerpo (22).

Para Merleau-Ponty, nuestro cuerpo es un medio de comunicación con el mundo. “Tatuado en el cuerpo” es un lenguaje, una forma de decir las cosas de otra manera (23). Incluso existen tatuajes que no se completan en un solo cuerpo, sino que necesitan la presencia de otros cuerpos para completarse, en alusiones al amor o la amistad. El hecho de transitar por las calles con arte sobre el cuerpo provoca un mensaje, comunica. Si la ciudad es lienzo, el cuerpo se transforma en una obra de arte, un body-art indeleble, con un apego emocional de quien lo convierte en suyo.

Los entrevistados mencionaron, que en sus inicios, a ellos les llamaba mucho la atención los tatuajes en general, les gustaba mirarlos y trataban de emular técnicas o de pintarse los brazos, para sentirse tatuados.

Yo acompañe a mi mamá a hacerse a un tatuaje, y vi que el señor tenía una maquinita con el motor de los carros de juguete y pensé que yo podría hacerlos mejor, porque solía dibujar muy bien, incluso mis compañeros de colegio me compraban mis dibujos, así que empecé tatuándolos con esas maquinitas y me fui perfeccionando. Después, mi mamá me apoyó comprándome una máquina, mi mamá me acogió de una [...] creo que

siempre me gustaron los tatuajes, porque de niño me pintaba los brazos y cosas así.

### *Hip hop*

Me fijé que los cantantes tenían tatuajes, cabello largo, aretes y fue algo que me llamó la atención, esa imagen ruda, dura, es algo que lo asumí y lo hice parte de mi vida.

### *Metal*

Crecer en el mundo de la lectura, ver los comics, hay tantos personajes que están tatuados, hay tantos personajes que uno quiere recrearlos en su cuerpo.

### *Geek*

Desde pequeña, en todo lo tímida y callada que era, me interesaba lo distinto, veía a los rockeros y me interesaba mucho su mundo.

### *Rock*

Las influencias han resultado diversas, pero ninguno tenía gusto por lo convencional, lo diferente resultaba atractivo y querían emularlo. Tener tatuajes despertaba su curiosidad y un sueño a alcanzar. Cada palabra mencionada por ellos resultaba congruente con su modo de vestir y su modo de hablar y se notaba su falta de empatía con lo convencional y la emoción que manifestaban cuando hablaban de sentirse diferentes.

## 3.4. *Tatuador/tatuado*

Nateras indica, en cuanto al camino de aprendizaje de un tatuador, que este recorrido se aleja del aprendizaje académico y más bien se da por observación directa hasta aprender el oficio y practicar con uno mismo, luego con amigos, hasta llegar a un proceso de profesionalización que depende de cada individuo. El instrumental tiene un recorrido similar, que va desde lo netamente casero y construido de manera artesanal, hasta aparataje de excelente calidad que se importa de grandes ciudades (24).

En relación a las primeras experiencias que refieren como personas tatuadas, todos coinciden en que fue por experimentación y un cierto grado de rebeldía. En sus tiempos de juventud, que todos vivenciaron con años de diferencia cercanos, relatan que no existía gran cantidad de personas tatuadas y que ellos solían ver el mundo con una óptica diferente, por lo que ser parte del mundo del tatuaje les resultaba sumamente atractivo.

Mi primer tatuaje fue un duende de un disco de Jethro Tull, que me lo hice más o menos a los 14 años, después me lo tapé. Tengo tatuajes relacionados a la muerte, los duendes, demonios, al motociclismo, tengo una máquina de tatuar, una de las primeras que tuve, que me la hice yo mismo en mi mano.

### *Metal*

Fue a escondidas de mi madre, el símbolo de los asesinos, de un videojuego que me

encanta, que hasta el día de hoy lo juego. Tengo una rosa, tengo un cráneo, tengo un reloj y un ala, que significa libertad al paso de la vida sobre los años

### *Geek*

Ya no tengo mi primer tatuaje, era uno chiquito que tenía por ahí. Ni bien se tatuó mi mamá, de una me lo hice yo, porque yo no me lo había hecho antes por miedo a que me masacre, pero como ella se lo hizo, dije yo también me lo hago. Andaba alzado el brazo, con una huevadita, pero en realidad era feo, por eso me lo tapé.

### *Hip hop*

Mi primer tatuaje me lo hice yo misma, fue un diablito pequeñito, por experimentar y saber si duele o cuanto duele. En realidad me lo hice por curiosidad y años después me lo cubrí porque no significaba nada y para mí, todos los tatuajes deben significar algo. Tengo los retratos de mi papá, de mi mamá, tengo un pastelito, a todos les tengo un gran cariño, pero sobre todo a uno que llevo en el cuello, que es una máquina de tatuar.

### *Rock*

Es importante destacar que a excepción de Geek, todos han cubierto su primer tatuaje, porque años después se dieron cuenta de que un tatuaje sin significado o de mal aspecto, no era algo que querían llevar en su cuerpo, por ello, se los cubrieron con algo que tuviese mayor valor. *Geek* mostraba con orgullo su tatuaje, porque como mencionó, resultaba un grato recuerdo de su época juvenil junto a los videojuegos. Es destacable que dos tatuadores lleven con mucho cariño y en partes muy notorias de su cuerpo, como la mano y el cuello, las máquinas de tatuar, pues refieren que son parte indivisible y determinante de su vida, algo que los ha marcado de tal manera, que lo deben exponer para verlo a diario.

### 3.5. *El arte de la discriminación*

Todos los tatuadores relatan que, en constantes ocasiones, han sido objeto de discriminación, incluso por su círculo familiar, pero sobre todo por quienes no aceptan al tatuaje dentro de la sociedad. Erving Goffman, cuando habla sobre estigma, menciona que es un tipo de relación social que legitima la normalidad de unos individuos sobre otros, considerados anormales (25). El estigma reduce las posibilidades de desarrollo personal de los miembros de un grupo al categorizarlos bajo atributos negativos tales como suciedad, delincuencia, peligrosidad y negarles la posibilidad de interactuar con otros grupos o individuos, e insertarse en las instituciones de la sociedad.

Cuando les detienen a los delincuentes, los “manes” tienen tatuajes, entonces siempre te comparan y dicen, si el “man” tiene tatuajes, también ha de ser delincuente. Una vez estaba caminando por ahí y los policías me detuvieron, me dijeron joven párese, a la pared, pero nada, me revisaron y yo asustadísimo, era peladito, me soltaron y corrí a mi casa.

### *Hip hop*

Eran muy grandes los prejuicios, la ignorancia. Nosotros cuando pusimos el primer lugar de tatuajes, por ahí hubo alguna señora a la que no le gusto, y nos había denunciado. Un día nosotros estábamos sentados tranquilos, cuando llegan dos patrulleros, la jaula, como seis policías, el intendente, un canal de televisión, fue una caravana, y de una nos pidieron permisos, papeles y querían registrar todo. Obviamente como nosotros no teníamos nada que esconder, les dejamos, pasaron buscaron todo, solo faltaba que alcen las tablas del piso para ver que hay.

### *Metal*

Yo tengo tatuado todo el brazo, en el bus, si voy con camisa, se sienta la persona, no tengo ningún problema, pero si voy con camiseta, ese asiento se queda vacío hasta que llego a mi punto de parada, así el bus esté lleno.

### *Geek*

Lo típico de un padre es que tu hijo sea médico, que sea abogado, que tenga una profesión, entonces ellos esto no lo ven como una profesión, ellos pensaban, como la mayoría de gente piensa, que si tú estás metido en los tatuajes, en el rock o cualquier tipo de música que conlleve a los tatuajes, vas a irte por el camino equivocado.

### *Rock*

Los cuatro sujetos refieren diversas experiencias de discriminación, lo hacen con una sonrisa pues ahora ya no les afecta, pero al recordarlo mencionan que si era una carga para ellos que los hacía cuestionarse, aunque nunca a tal punto de dejarse afectar y llegar a la “normalidad”. En el pasado sentían livianamente la carga de un estigma social y en la actualidad no le dan un ápice de importancia, pues han aprendido a convivir con ello, además de recalcar el valor de asociarse con personas que tengan su misma afinidad tanto musical como cultural, esta pertenencia ha opacado la intensidad del rechazo social y la ha disminuido al punto de convertirse en buenas anécdotas.

### *3.6. Tatuajes y memoria, una prolongación de sentimientos*

Rafael Salillas, destacado por sus estudios en antropología médica y forense, sobresale además por sus investigaciones en cuanto al tatuaje, del que hace una diferenciación en tres elementos fundamentales: psíquicos, sociológicos y técnicos:

“En relación al elemento psíquico se podría decir que el tatuaje va unido a la personalidad por su carácter indeleble y permanente, donde se lo asume como una prolongación de los sentimientos del sujeto que lo lleva impreso y por tanto como un atributo más de la personalidad del individuo, que –por cierto– también es susceptible de exteriorizarse, exponerse y exhibirse. Los componentes sociológicos están ligados básicamente al sentimiento de pertenencia e integración grupal, a la aceptación de parte de los otros y a la identificación con ciertos referentes simbólicos compartidos. Por último, los componentes técnicos comprenden básicamente el instrumental, las materias colorantes y las representaciones gráficas. El instrumental varía

según se trate de tatuaje por escarificación, por quemadura o por puntura” (26).

El componente psíquico es preponderante en el presente estudio, pues se busca entablar cercanía entre lo psíquico, tatuaje y memoria, justamente como menciona el autor, una “prolongación de los sentimientos del portador”.

Cada persona se lo hace por algo, una de las principales razones, por vanidad, pero también hay quienes lo llevan de una forma espiritual, por un logro alcanzado, en homenaje a un padre o a una madre, porque consiguieron un objetivo [...] el tatuaje es una expresión de tu ser, que la quieres exteriorizar, es una forma de expresar lo que sientes, lo que eres, lo que piensas; una forma de identificarte, de salir un poquito del común de la gente; es un acto de rebeldía. En nuestro medio, es difícil que alguien te apoye y te diga sí, tatúate [...] para hacerte un tatuaje debes tener mucho raciocinio, porque es algo que no puedes retroceder, cuando quieras hacerte un tatuaje, debes ser una persona bien decidida.

### *Metal*

El tatuaje es una de las maneras en que las culturas se reflejan en los cuerpos, por medio de diseños con significados distintivos. Hoy los tatuajes y quienes se los realizan, ingresan en un proceso de diferenciación e inclusión a la vez: se diferencian de la sociedad en general y marcan pertenencia a un grupo particular. Por un lado, otorgan sensación de gobernabilidad de su propia imagen y por otro, sienten que por ello tienen la aprobación de su grupo, lo cual provee de un mayor sentido de pertenencia. “Los tatuajes no están en lugar del cuerpo porque son el cuerpo, desde que pasan a formar parte de él. Sin embargo, como atributos de ese cuerpo alcanzan para modificarlo, después del paso de la aguja nadie puede ser el mismo. Lo diferencian, lo hacen realmente otro, tal vez, único e irrepetible” (27).

Alfredo Nateras, analiza el tatuaje desde una perspectiva sociológica y llama a las culturas juveniles como los nuevos primitivos urbanos, pues menciona que los tatuajes al igual que otras prácticas como las perforaciones, se realizaban en otras épocas, en otras sociedades, con motivaciones completamente distintas a las de hoy en día, por lo cual estas prácticas en la actualidad están desritualizadas y descontextualizadas del lugar de donde fueron tomadas en primera instancia (28).

Uno va a crear en base a ideas ya hechas, un nuevo significado, va a crear una nueva pieza, una nueva obra de arte, que solo tú la tendrás [...] buscamos un significado en todos los tatuajes, buscamos un significado en cada línea que hacemos.

### *Geek*

Los tatuajes en la actualidad ya están desprovistos de su huella inicial, de lo que les dio vida y sentido en primera instancia, ahora son diseños y símbolos fuera de contexto y cargados con un nuevo sentido, el que le otorgue quien lleve tal o cual diseño en su cuerpo, y en ese sentido, “el tatuador es un artista en permanente búsqueda: cazador de ideas proyectadas en los claroscuros laberintos de la piel, un viajero de los sueños que emerge por los poros, a cincelazos” (29).

Existe una resignificación del tatuaje en las culturas juveniles, “es como tu marca personal, única e irremplazable”, menciona Corzario. (30) En sus textos aborda las motivaciones por las cuales los pueblos ancestrales se los realizaban y como las culturas juveniles adoptan los diseños y los resignifican dándoles una complejidad y sentido, pero alejados de su significado de basamento.

Corzario define al tatuaje como “llevar arte en el cuerpo para siempre” (31), conceptualización que se despoja de cualquier connotación negativa y la acerca hacia la práctica artística y que tiene la característica de la perpetuidad en quien lo lleva consigo, dejando también de lado nociones como la moda o el simple capricho.

El tatuaje es un arte, representa el transcurso de la vida y te va a durar para siempre, está impreso en la piel y duele, lo que le confiere más valor.

### *Hip hop*

Yo veo a los tatuajes como obras de arte plasmadas en la piel, pero siempre las obras de arte deben tener una esencia y una historia.

### *Geek*

Los sujetos consideran un arte al tatuaje y a sí mismos se ven como artistas, recalcan que es algo que no se puede hacer de la noche a la mañana y no cualquiera lo puede hacer y aunque suena egocentrista, ellos no lo son, más bien se ven como personas privilegiadas al tener la posibilidad de poder vivir de ello, de poder ser personas creativas a quienes acuden los demás buscando plasmar sus sentimientos en un gráfico. Mencionan infinidad de técnicas y se apasionan en ello, muestran sus máquinas, utensilios, agujas y todo lo que han aprendido con cada una de ellas.

Por otro lado, Rossana Reguillo realiza una investigación sobre los tatuajes de una banda juvenil en una ciudad de México, después realiza un análisis semiótico y sugiere organizar toda la tipología de los tatuajes en tres categorías, a saber: Lo supraterrrenal, lo terrenal y lo sagrado, cada una de las cuales poseía algunos diseños característicos y con un significado particular. Para Reguillo, el tatuaje es un espejo del mundo, una forma de comunicación que utiliza al cuerpo como medio y que utiliza ciertos símbolos para cohesionar a un determinado grupo (32).

Me gusta bastante el rock, escucho full rock clásico, yo vivía atraída por ese estilo de música, por lo diferente, entonces como tenía en mi casa hermanos que también se fueron por ese camino, les gustaba la música y los tatuajes, creo que mi inclinación fue natural.

### *Rock*

Rita Ferrer, analiza la naturaleza del tatuaje en cuanto a su paradoja, pues dice que, si bien hay varias personas que se tatúan por moda, con ello no están haciendo más que trastocar los propios códigos de la moda, la transitoriedad y su capacidad de ser cambiada por otra en corto tiempo. Ferrer dice que el tatuaje, al quedar impregnado en la piel, mata la moda y perpetúa la memoria (33).

Hay ciertas personas que se realizan tatuajes por moda, por el artista que ellos admiran, pero creo que debería tener un significado, debería representar algo, porque tarde o temprano, si tú no lo representas con algo, te vas a llegar a aburrir, o vas a ver que el mismo tatuaje lo llevan varias personas.

### *Rock*

La motivación por realizarse un tatuaje puede ser completamente heterogénea y opuesta una a la otra, entre ellas, la más superflua que es la moda, pero también la experimentación, la mera decoración corporal con motivo de distinción o exhibición, luego la incorporación a un grupo social y, finalmente el apego sentimental a tal o cual situación que vendría a formar parte de los hechos biográficos.

El tatuaje da respuesta a aquellos recuerdos que los mantenemos perennes en nuestro pensamiento, nos da cuenta de que uno no rememora solo, “sino que nuestros recuerdos individuales se encadenan a otros recuerdos –los de los otros- y de esta manera se inscriben en ese entramado en común. “La historia personal se enlaza y es enlazada con otras historias individuales formando el mosaico social, irregular, desde donde también se hace presencia la ausencia” (34).

Hasta viejitos se vienen a tatuar ahora, por Dios, “manes” de 60 o 70, que toda su vida han dicho nunca me voy a tatuar, pero ahora dicen: qué se sentirá hacerse un tatuaje. El otro día yo conversaba con un señor, que se hizo un lobo grande, que nunca en su vida se había tatuado, pero toda su vida había tenido esa intriga de saber y me dijo, como ahora es normal quiero tatuarme. Ahora ya quiere más.

### *Hip hop*

Siempre con cada persona hay una anécdota, porque conversas, te cuentan algo especial, vino una monja a tatuarse, yo me sorprendí porque vino con la madre superiora y todo, y ahí me explicaron que la que había fundado esa congregación, como muestra de entrega a la religión, se había tatuado el cáliz. Accedí, le hice el tatuaje, es una experiencia un tanto especial, porque no cualquiera ha tenido esa oportunidad de tatuar a una monja.

### *Metal*

El tatuaje, en el hecho de ser conmemorativo, deja de ser anécdota o historia biográfica de alguien, sino que pasa a ser una historia de varios, no involucra solo a una persona, sino que en ella hay una memoria colectiva, en la cual los recuerdos individuales se expresan de manera conjunta, en diseños que están cargados de valores y de una visión acerca del mundo, una visión que en la mayoría de casos es metafórica, una alegoría hacia algo que solo el que lo porta, entiende.

En este tatuaje evocador, el recuerdo se queda plasmado en una imagen y esto supone una materialización de este recuerdo, pero no solo para quien se lo inscribe, sino para quienes participan del recuerdo de esta imagen. Esta realización del tatuaje, no es ni mucho menos un acto mecánico, sino que trabaja también sobre la dicotomía ausencia/presencia y en este hecho logra llegar a ser la representación de un acontecimiento, un hecho, un lugar, una persona,

etc. En aquel diseño realizado en el cuerpo, hay aparte de aquel dibujo, un discurso, algo que permanece en continua comunicación con el mundo, es un hecho narrativo.

Puede suceder en un futuro no muy lejano que el tatuaje forme parte inherente a la humanidad. Como sostiene Corzario “el tatuaje no es moda, porque el tatuaje vino para quedarse, los tatuadores van a seguir tatuando hasta que se mueran y a la gente le va a gustar cada vez más el tatuaje. Entonces tiene que ser una pega para siempre, yo creo que va dejar de ser una moda, va ser algo necesario para cada persona, todo el mundo va necesitar tener un tatuaje, existirá el tiempo en que la gente va elegir no tatuarse para no sentirse tan de este mundo, yo creo que nadie va resistir no tatuarse” (35).

Mi hija es chiquita, tiene cuatro años y se pinta, se dibuja, me dice papi hazme un tatuaje, dibújame [...] los papás de ahora tienen tatuajes, los hijos de ley van a querer.

#### *Hip hop*

Mi hijo me ve a mí o al papá los tatuajes y le gustan. Siempre debo tener tatuines porque de ley quiere pegarse en los brazos. Ya conoce el estudio, entonces es la emoción de que le traiga acá, le gusta estar aquí. Yo estaría feliz de dejar un legado y decir que él sea el futuro tatuador del estudio.

#### *Rock*

Somos la nueva generación de abuelitos tatuados, es así, porque ahorita hay muchísima gente tatuada que con la edad ya tiene hijos o son abuelos, entonces ya no es como con nuestros abuelos, que con cualquier cosita se alarmaban.

## **4. Conclusiones**

En el presente trabajo, se ha mostrado la faceta del tatuaje que tiene que ver con la memoria para cuatro tatuadores/tatuados pertenecientes a la ciudad de Riobamba, que han enfrentado casos de discriminación, o han sido estigmatizados y que pertenecen, consciente o inconscientemente, a una cultura urbana, que los determina y los ha determinado desde pequeños, pues se ha vuelto parte de su vida, al igual que los tatuajes, que son su forma de subsistencia y a la que consideran por sobre todas las cosas, una forma de arte con sus propias connotaciones, con sus propios rituales y que está indefectiblemente inclinada hacia la perpetuidad de la memoria.

La discriminación ha disminuido con el paso de los años, pero es algo que todavía se mantiene latente, sobre todo con quienes llevan varios tatuajes, todavía se los relaciona con la gente de la cárcel y de las pandillas, incluso con cierto grado de locura, pero es algo que no les quita el sueño, en realidad, toda su vida se han sentido diferentes y no es algo que lo hayan visto mal. Con los años han adquirido madurez y han aprendido a no sentirse ofendidos con las miradas inquisidoras o con la gente que se cruza en la calle, es allí donde se ve el acto de rebeldía, del no vivir como los demás y no sentirse “normales”.

Todos los tatuadores piensan que el tatuaje vino para quedarse y que las siguientes generaciones verán con buenos ojos a quienes hoy están tatuados. Dos de los tatuadores tienen hijos y

siempre mencionaron la influencia que han ejercido en ellos y su certeza de que seguirán sus pasos en ese sentido, y al sentir orgullo por lo que hacen, en realidad esa idea los vuelve felices. La idea de que el tatuaje se masifique es algo que esperan con ansias y que saben que va a ocurrir.

Por último, se concluye que el tatuaje es una forma de expresión artística que trastoca la transitoriedad de la moda y afianza la memoria, lo perenne, lo continuo, lo que se desea mantener, es un hecho biográfico que envuelve un ritual en el que el dolor le confiere una significación característica y que quiere lograr la permanencia de la memoria, de lo conmemorativo, incluso en el hecho del acto mismo de tatuarse se crea una memoria que involucra a tatuador y tatuado, es un discurso, un acto comunicativo, que permite que las historias duren para siempre en la piel.

El presente estudio no ahonda sobre casos puntuales de discriminación o sobre la percepción que tiene la colectividad sobre la gente tatuada, sería un interesante abordaje desde ese punto de vista, por lo que se recomienda realizar aproximaciones desde allí.

## **Bibliografía**

1. (1) Walzer Moskovic, F. 2015. Tatuaje y significado: en torno al tatuaje contemporáneo (Tattoo and meaning: about contemporary tattoo). Revista de Humanidades; p. 193.
2. (2) Ambrosio Calvo, P. E. 2008. Cuerpos marcados. El arte en el cuerpo. Arte vs. Moda [En línea]. Jornadas de Cuerpo y Cultura de la UNLP, 15 al 17 de mayo de 2008, La Plata. Disponible en Memoria Académica: [http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.660/ev.660.pdf](http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.660/ev.660.pdf)
3. (3) Ballén Valderrama, J., & Castillo López, J. 2015. La práctica del tatuaje y la imagen corporal. Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología, 8(1), 103- 109.
4. (4) Licona, Ernesto & González Pérez, Danilo. 2007. El graffiti como tatuaje urbano. Graffylia: Revista de la Facultad de Filosofía y Letras, N°. 7, 2007, p. 103-106.
5. (5) Corci, Paula y Mayer, Mariano. Biografía de la piel. Esbozo para una enciclopedia del tatuaje. Buenos Aires- Argentina. Libros Perfil. 1998. Pág. 19
6. (6) Londoño Mejía, J., Bravo Velásquez, C. 2010. Estigmas y tatuajes: imaginarios sobre inclusión y exclusión de los líderes comunitarios del morro de basuras de Moravia-Medellín. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE
7. (7) La cultura permanece a lo largo de la historia [In44you] [Posteado el 23 de noviembre de 2016; Actualizado el 30 de noviembre de 2016; Fecha de consulta 21 de enero de 2019]. [aprox. 6 pantallas]. Disponible en: <https://in44you.wordpress.com/2016/11/23/historia-del-tatuaje/>
8. (8) Elaine Lopes da Silva. 2015. El Tatuaje en el mundo y su relación con la Religión. RUTA. Número 6. P. 3
9. (9) La cultura permanece a lo largo de la historia [In44you] [Posteado el 23 de noviembre de 2016; Actualizado el 30 de noviembre de 2016; Fecha de consulta 21 de enero de 2019]. [aprox. 6 pantallas]. Disponible en: <https://in44you.wordpress.com/2016/11/23/historia-del-tatuaje/>
10. (10) Ganter, R. De cuerpos, tatuajes y culturas juveniles. 2005. Espacio Abierto, vol. 14, núm. 1, enero-marzo. Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela P. 32-33

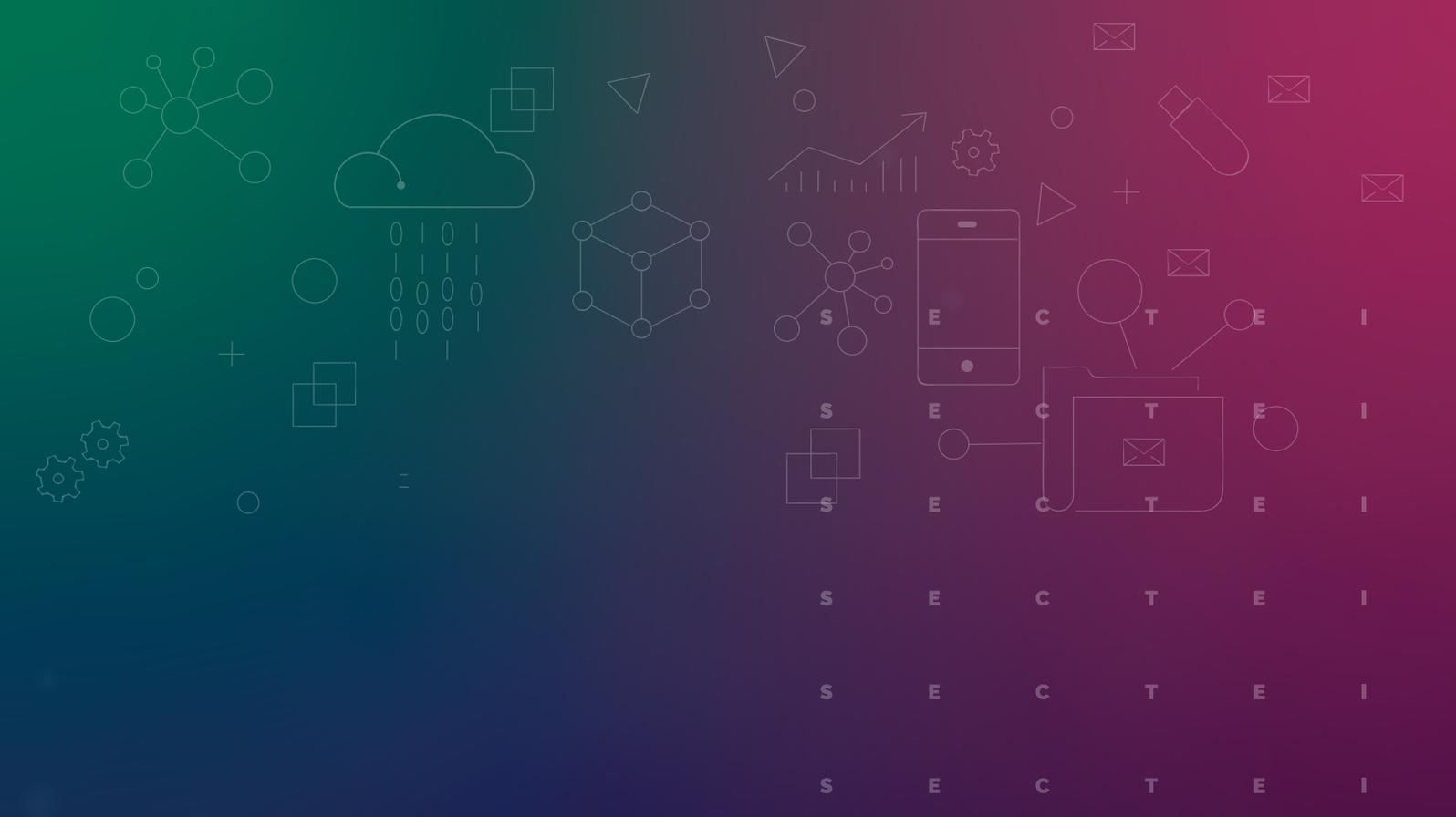
11. (11) Ribeiro Toral, R., Mendoza Rojas, N., 2013. El cuerpo preso tatuado: un espacio discursivo. Andamios. Revista de Investigación Social [en línea] [Fecha de consulta: 26 de enero de 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62831852012> ISSN 1870-0063
12. (12) Acerbi Cremades, N. 2010. Una mirada histórica: Una moda actual con raíces ancestrales. Revista de Salud Pública, (XIV) 1: 62-66. p. 65
13. (13) Ambrosio Calvo, P. E. 2008. Cuerpos marcados. El arte en el cuerpo. Arte vs. Moda [En línea]. Jornadas de Cuerpo y Cultura de la UNLP, 15 al 17 de mayo de 2008, La Plata. Disponible en Memoria Académica: [http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.660/ev.660.pdf](http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.660/ev.660.pdf)
14. (14) Koch, M. 2007. Los tatuajes. Proyectos jóvenes de Investigación y Comunicación. Proyectos Pedagógicos. Proyectos Ganadores. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Recuperado el 17/06/17. Disponible en: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=28&id\\_articulo=3699](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=28&id_articulo=3699)
15. (15) Turner, B. El cuerpo y la sociedad. México: F.C.E. Pág.15. 1989.
16. (16) Ricoeur, P. “El olvido en „Memoria e imaginación“, en La memoria, la historia, el olvido, Editorial Trotta, Madrid-España. Pág. 542. 2003.
17. (17) Bourdieu, P. “Notas provisionales sobre la percepción social del cuerpo”. En WRIGHT et al. “Materiales de sociología crítica”. Ed. La piqueta. España, Madrid. 1986
18. (18) Gutiérrez, A. “Pierre Bourdieu. Las prácticas sociales”. Editorial Universitaria. Argentina. 1997.
19. (19) Foucault, M. Los anormales, México: FCE. (1974-1975).
20. (20) Lanz, César. 2012. “El cuidado de sí y del otro en lo educativo”. Utopía y Praxis Latinoamericana. P. 39-46.
21. (21) Feixa, C. De jóvenes, bandas y tribus. Editorial Ariel. Barcelona-España. Pág. 84. 1998.
22. (22) Rocha, J. 2003. Tatuajes de pandilleros: estigma, identidad y arte. En: Revista Envío No. 258. Managua – Nicaragua. Disponible en: <http://www.envio.org.ni/articulo/1285>.
23. (23) Merleau-Ponty, Maurice. En Fenomenología de la percepción. Traducción: Jean Cabanes. Editorial Península. Barcelona, primera edición. pp. 110, 156, 158,163. 1975.
24. (24) Nateras Domínguez, A. Metal y tinta en piel, la alteración y decoración corporal: perforaciones y tatuajes en jóvenes urbanos. Universidad Autónoma Metropolitana. P. 187. Disponible online en <https://bit.ly/2S5Kp53>
25. (25) Goffman, E. 1998. Estigma e identidad social. En E. Goffman, Estigma, la identidad deteriorada. p. 11-16. Argentina.
26. (26) Salillas, R. El tatuaje y su evolución histórica. Madrid 1908. En Rafael Salillas: Medio siglo de Antropología criminal española de Andrés Galera Gómez; Lluís. 1986.
27. (27) Corci, Paula y Mayer, Mariano. Biografía de la piel. Esbozo para una enciclopedia del tatuaje. Buenos Aires, Argentina. Libros Perfil, pág. 26. 1998.
28. (28) Nateras Domínguez, A. Metal y tinta en piel, la alteración y decoración corporal: perforaciones y tatuajes en jóvenes urbanos. Universidad Autónoma Metropolitana. P. 188. Disponible online en <https://bit.ly/2S5Kp53>

29. (29) Reguillo, R. En la calle otra vez. Las bandas: identidad urbana y usos de la comunicación. México. Editorial Iteso. 1991.
30. (30) Corzario, Carlos. 2001. "El arte del tatuaje". Unión, Respeto & Ska. Revista de Crítica Cultural N.º 10, mayo. Santiago de Chile.
31. (31) Ídem
32. (32) Reguillo, R. En la calle otra vez. Las bandas: identidad urbana y usos de la comunicación. México. Editorial Iteso. 1991.
33. (33) Ferrer, R. Paisajes de la piel, transcurros a la deriva. Revista de Crítica Cultural N° 10, Mayo, Santiago de Chile. 1995.
34. (34) Halbwachs, Maurice. 1998. «Memoria colectiva y memoria histórica», en Revista Sociedad, N° 12/13.
35. (35) Corzario, N. "El arte del tatuaje". Unión, Respeto & Ska. Santiago de Chile. 2001.



S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I

S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I



# SECTEI <sup>2019</sup> **TRANSFORMA**

SEMANA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA  
EMPREDIMIENTO E INNOVACIÓN

S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I  
S E C T E I

 DIRECCIÓN DE  
PUBLICACIONES

ISBN: 978-9942-801-07-4



9 789942 801074