



DIRECCIÓN DE  
PUBLICACIONES

ISBN: 978-9942-8697-5-3

V CONGRESO INTERNACIONAL  
ESPOCH SECTEI  
2018

# LIBRO DE MEMORIAS

V CONGRESO INTERNACIONAL  
DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
EMPRESARISMO E INNOVACIÓN

## EDITORES

Ing. Luis Flores Mancheno, PhD.

Ing. Hugo Moreno Avilés, PhD.

Ing. Juan Rafael Pérez Pupo, PhD.

Ing. Marcelo Navarro Ojeda, PhD.

Lic. Blanca Naula E, MsC.

Lic. Marco Cárdenas V.

## **COMITÉ EDITORIAL**

Lic. Blanca Naula E, MsC.

**Coordinadora  
Diseño e Investigación**

Lic. Marco Cárdenas

**Coordinador  
Diseño y Diagramación**

Lic. Janneth Villagran

**Coordinadora de Comunicaciones**

## **COLABORADORES**

Ing. Tony Flores

Ing. Israel Heredia

Ing. Fernanda Logroño

Dra. Narkha García

Lic. Javier Sotomayor

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

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

Ing. Hugo Moreno Avilés , PhD.  
**Director del Instituto de Investigaciones**

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

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

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

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

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

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

Ing. Oscar Parada Gutiérrez, PhD.  
**Repres. Fac. Adm. Empresas**

## CONVOCATORIA

El V CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SEMANA DE CIENCIA TECNOLOGIA EMPRENDIMIENTO E INNOVACION ESPOCH 2018 es un evento de divulgación científica y cultural de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo -ESPOCH- (Ecuador), revisada y aprobada por pares ciego; 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: Ingenierías – Tecnologías, 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 V CONGRESO SCTEI 2018 creando una cuenta en el siguiente link: <https://easychair.org/account/signin.cgi>

Referente a la fecha límite de envío, favor enviar el trabajo en formato PDF, a través de la plataforma EASYCHAIR en V CONGRESO SCTEI 2018, 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 a través de la misma plataforma. En la versión final del escrito 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 V CONGRESO SCTEI ESPOCH 2018, en el siguiente link: <http://congresos.esPOCH.edu.ec/index.php/VCSCTEI2018/>

**Sobre la publicación de los trabajos:** Los manuscritos aceptados se publicarán en un libro de MEMORIAS DEL V CONGRESO SCTEI ESPOCH 2018 digital con ISBN: 978-9942-8697-5-3

**Modalidad ponencia:** Para el V CONGRESO SCTEI ESPOCH 2018, las ponencias se realizarán simultáneamente en cada facultad y se deberá realizar una presentación siguiendo el formato descargando el modelo en el siguiente link: <http://congresos.esPOCH.edu.ec/index.php/VCSCTEI2018/>



## **PRESENTACIÓN**

La publicación del libro de memorias del Quinto Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2018 es motivo de satisfacción por la posibilidad de compartir los resultados de nuestros compañeros docentes, y ver cómo se ha ido consolidando el proceso de la investigación en nuestra institución. Este libro plasma nuestra convicción de que la investigación es un eje transversal al quehacer académico, pero al mismo tiempo debe ser considerada como un eje de políticas que permitan mejorar los procesos inherentes al quehacer investigativo, a fin de continuar mejorando la producción científica en nuestra institución.

El vicerrectorado de Investigación y Posgrado sigue cumpliendo de esta forma con su mandato más integral: fortalecer los procesos de investigación y divulgar los resultados entre la comunidad de docentes politécnicos y en general en la sociedad ecuatoriana.

Saludo y felicito al personal de la Dirección de Publicaciones, que es el espacio institucional creado en la ESPOCH para potenciar la producción científica; a los docentes que entregaron todo de sí para que esta jornada y sus memorias hayan llegado a feliz término; y espero que la Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación se convierta en una tradición institucional, como espacio para la discusión y divulgación de los resultados, por su utilidad sobre todo para los jóvenes docentes politécnicos que constituyen el futuro relevo de la ciencia de la ESPOCH.

**DIRECCIÓN DE PUBLICACIONES**

## CONTENIDO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE CONTENERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA	12
LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO: CARACTERÍSTICAS, SEMEJANZAS Y DEPENDENCIAS	31
DETECCIÓN DE DATOS ANÓMALOS E IMPUTACIÓN DE DATOS FALTANTES PREVIO A LA MODELACIÓN TEMPORAL DE VELOCIDADES DE VIENTO	45
UTILIZACIÓN DE CARNE DE CUY ( <i>Cavia porcellus</i> ) Y HARINA DE HABA ( <i>Vicia faba</i> ) EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT	62
USO DE NIVELES DE HARINA DE HABA ( <i>Vicia faba</i> ), CARNE DE CUY ( <i>Cavia porcellus</i> ), CULTIVOS INICIADORES ( <i>Lactobacillus casei</i> y <i>Bifidobacterium bifidum</i> ), COMO UNIDADES DE FERMENTACIÓN	77
ACARICIDAS SINTÉTICOS Y NATURALES PARA EL CONTROL DE VARROA EN COLMENAS <i>Apis mellifera</i>	91
UTILIZACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA EN <i>Lolium multiflorum</i> (ray grass), <i>Medicago sativa</i> (alfalfa) y <i>Trifolium Pratense</i> (trébol rojo)	107
CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LOS HUEVOS DE GALLINAS DE CAMPO EN LA CANASTA COMUNITARIA UTOPIA	126
EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MICORRIZA ( <i>Glomeromicota</i> ) EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DE <i>Poa palustris</i> (PASTO POA)	144
UTILIZACIÓN DE TRES GRAMÍNEAS TROPICALES MEJORADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO ENGORDE	162
EVALUACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO Y PERACÉTICO EN EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN CANALES PORCINAS	177
EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE HIGIENE DEL CONSUMO DE CARNE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA	193
POTENCIAL NUTRITIVO DE SEIS ESPECIES FORRAJERAS DEL ECUADOR EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES ( <i>Cavia Porcellus</i> )	209

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: SOPORTE Y GUÍA EN TODO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	220
PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MÉDICAS BASADO EN INTENSIFICACIÓN MEDIANTE MÉTODOS DE HISTOGRAMA PARA DIAGNÓSTICO ASISTIDO POR COMPUTADORA	238
VÍNCULOS Y PAREJAS SEXUALES QUE ESTABLECEN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ECUATORIANOS	250
VALIDACIÓN DE LA ECUACIÓN PREDICTIVA DE PESO “ADVANCED PEDIATRIC LIFE SUPPORT” EN NIÑOS/AS ENTRE 1 Y 10 AÑOS DE EDAD DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO	268
RELACIONAR EL ESTADO NUTRICIONAL, INGESTA ALIMENTARIA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN ADOLESCENTES DE 10 Y 11 AÑOS EN LA UNIDAD EDUCATIVA COMBATIENTES TAPI “COMIL” DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y EL CENTRO EDUCATIVO BILINGÜE “LA GRANJA” 2018.	276
REPRESENTACIONES Y PRÁCTICAS SOBRE LA ANTICONCEPCIÓN Y USO DEL CONDÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ECUATORIANOS	283
METODOLOGÍA DE CAPACITACIÓN B-LEARNING SOBRE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA LA ENSEÑANZA	309
ANÁLISIS DE AMENAZAS SOBRE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO, ECUADOR	331
RELACIÓN ENTRE DISPONIBILIDAD Y CONSUMO DE AGUA. CASO ACUÍFERO COSTERO MANGLARALTO, ECUADOR	346
SISTEMA AUTOMATIZADO DE NEBULIZACIÓN Y RIEGO POR GOTEO DE AGUA PARA LA PROPAGACIÓN CLONAL CONTROLADA DE ESPECIES FORESTALES	359
EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE MONITOREO DE <i>Trialeurodes vaporariorum</i> EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN <i>Lycopersicon esculentum</i> EN TUNSHI, CHIMBORAZO, ECUADOR	371
CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL BOSQUE DE POLYLEPIS, DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO	379
PERCEPCIÓN SOCIAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO, ECUADOR	394

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL TURÍSTICO: ESTUDIO DE CASO PARROQUIA GUASUNTOS, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO	404
EL TOCTE, UNA FUENTE DE SURFACTANTES. CASO DE ESTUDIO.	416
UNA VISIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE PAPA NATIVA (Solanum SP. L) EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO	425
FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES POR MARCO LÓGICO. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA	435
ESTIMACIÓN DE CARBONO ALMACENADO EN DOS SISTEMAS AGROFORESTALES PLANTADOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA	451
DETECCIÓN DE PATRONES DE PARTICIPACIÓN EMPLEANDO MINERÍA DE DATOS, PARA PREDECIR ESTUDIANTES EXITOSOS	466
MARKETING DIGITAL Y SU APORTE A LA COMUNICACIÓN INTERNA DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA (ESPOCH)	478
USO DE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMO MECANISMO COMPLEMENTARIO EN EL PROCESO EDUCATIVO: UN PLAN DE MEJORAS	493
UNA REVISIÓN DE LOS AVANCES DEL MOBILE-LEARNING EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO	506
APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE GRAFICS-ANALYTICS, UNA APP BASADA EN ANDROID	520
MODELAMIENTO BASADO EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA PREDICCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	532
NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE ESPACIAL EN ESTACIONES BASE DE TELEFONÍA MÓVIL. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD DE RIOBAMBA	546
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y SISMOS COMPATIBLE CON EL ESTÁNDAR BRASILEÑO DE TELEVISIÓN DIGITAL	559

DESARROLLO DE UN ALGORITMO DE LA TÉCNICA DE ESPECTRO ENSANCHADO EN MATLAB PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO DEL CANAL DE TRANSMISIÓN EN GPS L1	575
DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMAS SCADA PARA EL MONITOREO DE CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA EP-EMAPAR	604
ANÁLISIS DE LA DENSIDAD ESPECÍFICA DEL ELECTROLITO DE UN ACUMULADOR DE ENERGÍA AUTOMOTRIZ ÁCIDO-PLOMO A DIFERENTES TEMPERATURAS	616
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA POTENCIA EFECTIVA MEDIDA POR EL MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE AL INDUCIR MODOS DE FALLA Y PRUEBAS DE ALTITUD EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	628
ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES PROVOCADAS EN UNA JUNTA TIPO T DE TUBOS CUADRADOS POR EFECTO DE LA SOLDADURA	645
INFLUENCIA DEL SALARIO EMOCIONAL EN LA RETENCIÓN DEL TALENTO HUMANO EN UNA ORGANIZACIÓN	657
INCIDENCIA DE LA DIVERSIFICACIÓN DE LA CARTERA DE PRODUCTOS EN LA PLANEACIÓN FINANCIERA	669
LA SIMULACIÓN DE NEGOCIOS COMO UNA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE EMPRESARIAL, ESTUDIO DE CASO	680
MARKETING SOCIAL PARA PROMOVER EL CAMBIO DEL COMPORTAMIENTO DE PEATONES Y CONDUCTORES PARA MITIGAR LA ACCIDENTALIDAD DE TRANSITO	694
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES INDICADORES QUE INCIDEN EN LAS FINANZAS PÚBLICAS DEL ECUADOR	705
PERCEPCIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL: UN ANÁLISIS AL SECTOR MICROEMPRESARIAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA-ECUADOR	717
RIESGO DEL TRADING EN OPCIONES BINARIAS: UNA ESTRATEGIA PARA PREVENIRLO	729
EVALUACIÓN DEL SERVICIO LOGÍSTICO AL CLIENTE EN LA CADENA DE SUMINISTROS DE UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA LOCALIDAD DE	

SAN JUAN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO	745
EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO PARA EMPREDIMIENTOS DE LA ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO	761
MERCADEO DE VEHÍCULOS USADOS: ESTRATEGIA DE EMPREDIMIENTO EMPRESARIAL	774
POSICIÓN DEL USUARIO EN EL CONSUMO DE LECHE DE GANADO VACUNO, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO	788
ESTUDIO DE POSICIONAMIENTO DE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS PYMES EN EL ECUADOR	801
EL MARKETING COMO HERRAMIENTA PARA COMERCIALIZAR PRODUCTOS METALMECÁNICOS EN MERCADOS POTENCIALES DEL ECUADOR	812
ACTIVIDAD INHIBITORIA DEL EXTRACTO DE GERANIO ( <i>Pelargonium x domesticum</i> ) SOBRE HIALURONIDASA	821
BUEN HUMOR Y EDUCACIÓN UNIVERSITARIA	831
<b>RESUMENES</b>	



# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE CONTENERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

(EVALUATION OF THE QUALITY OF THE SERVICE OF CONTAINER-  
IZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE CITY OF RIOBAMBA)

Lesly Vanessa Díaz Llumiquinga \*, Elsa Irene Pilataxi Gordon \*,  
Lourdes Janneth Jara Samaniego, Cesar Arturo Puente Guijarro

Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Dirección postal: 060150 Riobamba-Ecuador.

\*Correspondencia. Tel.: 0987396210 - 0995218696, assenav2105@hotmail.com  
elsa\_irene305040@hotmail.com (L, Díaz y E, Pilataxi)

## RESUMEN

Se evaluó la calidad del servicio de contenerización de carga lateral, con la finalidad de conocer la eficiencia del servicio suministrado por el GAD Municipal de Riobamba. La correcta gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en los últimos años ha sido una preocupación constante para la mayoría de los Municipios debido a la gran cantidad de residuos generados, al crecimiento poblacional, a la migración, al avance de la tecnología y al consumismo. Se diseñaron varias estrategias, como la georreferenciación de ubicación de los contenedores. De un total de 1030 contenedores, se seleccionó una muestra de 280 y se procedió a realizar una entrevista semiestructurada y a analizar los datos proporcionados directamente por los usuarios, clasificándolos técnicamente en variables y sub variables de servicio dentro del programa estadístico SPSS. Seguidamente se cuantificó la información representando en gráficas. Se realizó la reducción de variables dando como resultado las principales componentes: característica de efectividad, frecuencia, característica de posición y cultura - presupuesto municipal. Determinando que el servicio de recolección de RSU es eficiente. Sin embargo, la variable cultura de los usuarios, que forma parte de estos componentes principales fue ineficiente por lo que se recomienda realizar campañas de educación ambiental y comunicación social.

**Palabras claves:** *contenerización, residuos sólidos, carga lateral, diseño de componentes principales, variables de servicio, usuarios.*

## ABSTRACT

It was evaluated the service quality of containerization of lateral charge, in order to know the efficiency of provided service, for this research became documented in an integral system of containerization handled technically not only for the user but also like offered service. The appropriate management of solid urban waste. (RSU) in last years, it has been a permanent concern for the most of decentralized governments, due to the great quantity of generated waste, to the population growth, to the migration, to the technology progress and consumerism. Strategies were designed like the location of containers georeferenciation in Riobamba city, of a total of 1030



containers, a sample of 280 was selected and it was proceed to do a semi structured interview and to analyses the provided data directly by the users classifying them technically in variables and sub variables of service in the statistical program SPSS. Subsequently the information was quantified, representing in graphics, the reduction of variables was carried out, obtaining like result the following principal components effectiveness characteristic, frequency, location and culture characteristic – municipal budget. It was determined that the collecting service of RSU is efficient. Nevertheless the users' culture variable that is part of these principal components was inefficient for this reason it is recommended to carry out educational environmental campaigns and also of social communication.

**Key words:** *environmental engineering, contenerization, solid waste, lateral charce, principal components design, service variables, users.*

## 1. Introducción

A nivel mundial, especialmente en las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha representado un problema debido, entre otras cosas, a los altos volúmenes de residuos sólidos generados por los ciudadanos; cuando el manejo de éstos no es el adecuado, puede afectar la salud de los ciudadanos y al medio ambiente. (20)

La OPS (2005) indicó que el sistema de recolección de residuos sólidos se realiza casa por casa con diversos tipos de vehículos cuyas capacidades varían según el tamaño de la ciudad servida; con camiones compactadores de 15 m<sup>3</sup> de capacidad con 2 a 4 operarios para las ciudades grandes y medianas. Jaramillo (1999), señaló que en Latinoamérica entre 60 y 70% del costo total del servicio se utiliza para la recolección y disposición final de residuos sólidos. (20)

Para Sigalgo (2006) el servicio de recolección puerta-puerta resulta mucho más costoso que sistemas semi-mecanizados o mecanizados, pero el nivel de tecnología aplicada a la actividad de recolección depende de la situación económica de cada país. (20)

En la actualidad en Ecuador, la responsabilidad sobre la gestión de los RSU le corresponde a los municipios de acuerdo al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), mencionando en los artículos 55, 137 y 274 que se encuentran descritos en el marco legal. (2)

El GAD Municipal de la ciudad de Riobamba, decidió implementar contenedores de residuos sólidos. Se realizó un estudio previo para la ubicación de los contenedores de RSU considerando una distancia de 200 m entre contenedores, asumiendo que todas las manzanas de la ciudad de Riobamba son simétricas y tienen

una distancia de 100 m de cuadra a cuadra, lo que en realidad no es así, ya que la topografía de Riobamba y sus manzanas es completamente irregular.

El estudio del GAD Municipal de Riobamba se basó en la experiencia, manejo y recolección de RSU realizados anteriormente con el sistema de carga posterior. Con la implementación de los contenedores, se pasó al sistema de recolección de carga lateral. Este cambio en la modalidad de recolección ha provocado impactos positivos y negativos. Se debe destacar que la Ordenanza que regula la Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Cantón Riobamba del año 2011, no dice nada al respecto.

Esta investigación pretende establecer los impactos del sistema de contenerización de RSU de la ciudad de Riobamba con la finalidad de conocer la eficiencia del servicio suministrado.

Entre los impactos positivos del GAD Municipal de Riobamba y la ciudadanía riobambeña, podemos destacar la disminución del número de trabajadores, el tiempo y rutas de recolección, mejores condiciones de trabajo, ahorro de transporte y reducción de contaminación visual en las vías públicas mejorando la limpieza de la ciudad en comparación con los años anteriores. Los aspectos negativos que se han detectado ocurren principalmente por la falta de educación y cultura de la ciudadanía, que deposita residuos voluminosos que no corresponden. Según Duche, 2016, Jefe del Departamento de Desechos Sólidos Urbanos, no existe un estudio técnico verificable que establezca un sistema adecuado de contenerización y colocación de objetos voluminosos al lado del contenedor.

## **2. Materiales y Métodos**

### *2.1 Metodología de la investigación*

La investigación de la calidad del servicio de recolección de RSU de Riobamba, se desarrolló dentro del período marzo a noviembre del 2017.

### *2.2 Ubicación de la investigación*

#### *2.2.1 Lugar*

La investigación se realizó en el cantón Riobamba situado a 2.750 msnm, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito. Se encuentra a 188 km. al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y es la capital de la Provincia de Chimborazo. El área de influencia fueron las vías pú-

bicas de la ciudad. Además, en el presente trabajo de investigación se contó con la autorización y colaboración de la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GAD Municipal de Riobamba para obtener información y acceso a las áreas de estudio.

### *2.3 Lógica de la investigación o métodos*

#### *2.3.1 Georreferenciación de los contenedores*

Se coordinó horarios con los diferentes operarios de las rutas de recolección. Se tomó como punto de partida los talleres municipales de la ciudad de Riobamba donde se encuentran los carros recolectores de carga lateral, los cuales fueron utilizados como medio de transporte para la georreferenciación de cada contenedor instalado en el área de estudio. Se trabajó con un GPS 64s GARMIN.

#### *2.3.2 Población y Codificación*

- Una vez georreferenciada la población de contenedores, se creó un mapa web con la ayuda de la herramienta Google Maps.
- Se añadió una nueva capa, en la cual se importaron los puntos desde el GPS64s GARMIN seleccionando el archivo que contiene la información de la georreferenciación de los contenedores.
- El proceso de numeración se llevó a cabo por medio de la importación del archivo que contenía la información en el orden del monitoreo.

#### *2.3.3 Muestra*

En la determinación del tamaño de la muestra en poblaciones finitas, se empleó la siguiente fórmula, cuya finalidad fue entrevistar a los usuarios más cercanos que hacen uso del contenedor. (7)

**n:** tamaño de la muestra

**z:** nivel de confianza deseado, para el 95% del nivel de confianza z corresponde a 1,96

**p:** proporción de la población que posee la característica de interés o probabilidad de ocurrencia, se utilizó  $p=0,5$  por tanto  $q=0,5$

**q:** probabilidad de no ocurrencia.

**N:** Es el número de contenedores.  $N=1030$

**E:** error máximo aceptable que lo determina el investigador dependiendo del problema. Por lo tanto  $E=0,05$ .

### *2.3.3.1 Forma de determinación de la muestra aleatoria mediante la herramienta de Excel*

Se utilizó la herramienta de Microsoft Excel 2013 para obtener una muestra representativa del total de la población de contenedores, con ello se seleccionó la función =ALEATORIO. ENTRE (inferior; superior). Según Murray, 1995, una forma de obtener una muestra representativa es mediante muestreo aleatorio, de acuerdo con el cual, cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser incluido en la muestra. (15)

### *2.3.4 Entrevista*

Para la ubicación de los contenedores seleccionados aleatoriamente, se consideró el mapa web creado en Google Maps, con el propósito de entrevistar a los usuarios más cercanos. Como referencia se tuvo en cuenta aquellos sitios que permanecen en constante actividad, por ejemplo, tiendas, restaurantes, viviendas, etc.; considerando que sean cercanos al objeto de estudio. Previo a esta actividad se elaboró una entrevista semiestructurada. (18)

### *2.3.5 Tabulación*

- Con la ayuda de la herramienta IBM SPSS Statistics 19, se ingresó en la opción vista de variables, las variables y sub variables codificadas son las que le caracterizan al objeto de estudio que es el contenedor. Estos datos fueron proporcionados por los usuarios más cercanos al contenedor ubicados en las vías públicas de la urbe.

### *2.3.6 Gráficos de la tabulación de variables*

- Generador de gráficos
- Barras
- Selección de la variable a graficar para el recuento de entrevistas.
- Aceptar
- Etiquetar datos sobre las barras obtenidas.

### *2.3.7 Diseño de componentes principales o reducción de dimensiones*

Para el Análisis de componentes principales, se realizó el análisis multivariado por análisis factorial con la ayuda de la herramienta del IBM SPSS Statistics 19, mediante los siguientes pasos: (3-13-14-19-24)

- Analizar
- Reducción de dimensiones
- Factor
- Se ingresó al cuadro de variables, las variables que tengan más de 2 sub variables y aquellas que fueron representativas, una vez que se cuantifico los datos de la entrevista.
- Descriptivos
  - o Solución inicial
  - o Coeficientes
  - o Determinante
  - o KMO y prueba de esfericidad de Bartlett y Continuar
- Extracción
  - o Solución factorial sin rotar
  - o Gráfico de sedimentación
  - o Matriz de correlaciones y Continuar
- Rotación
  - o Varimax
  - o Solución rotada
  - o Gráficos de saturaciones y Continuar
- Opciones
  - o Ordenados por tamaño
  - o Suprimir pequeños coeficientes
  - o Valor absoluto bajo: 0,4 y Continuar
- Aceptar

### *2.3.8 Determinación de componentes*

Una vez que se realizó la DCP, se seleccionó el cuadro que describe a las variables agrupadas más relevantes del proceso estadístico empleado, y se proporcionó un nombre característico que defina la evaluación de la calidad del servicio de contenerización de RSU en la ciudad de Riobamba.

## **3. Resultados y Discusión**

### *3.1 Georreferenciación*

Con la georreferenciación que se realizó en el mes de marzo del año 2017 se corroboró la existencia de 1030 contenedores activos para el servicio. Se constató que 63 contenedores se encontraban con diferentes daños y estaban almacenados en el Camal Frigorífico Municipal de Riobamba. Según los contenedores da-

ñados y georreferenciados se obtuvo un total de 1093. Además, se informó que algunos contenedores habían desaparecido.

### 3.2 Población y codificación de los contenedores

El resultado de nuestra población en base a la georreferenciación, se evidenció en el mapa web <https://drive.google.com/open?id=1JLT2XqqL4E0t9VCoETEA-Dbf5qyk&usp=sharing> y se codificó de acuerdo a la fecha de registro del GPS64s GARMIN.

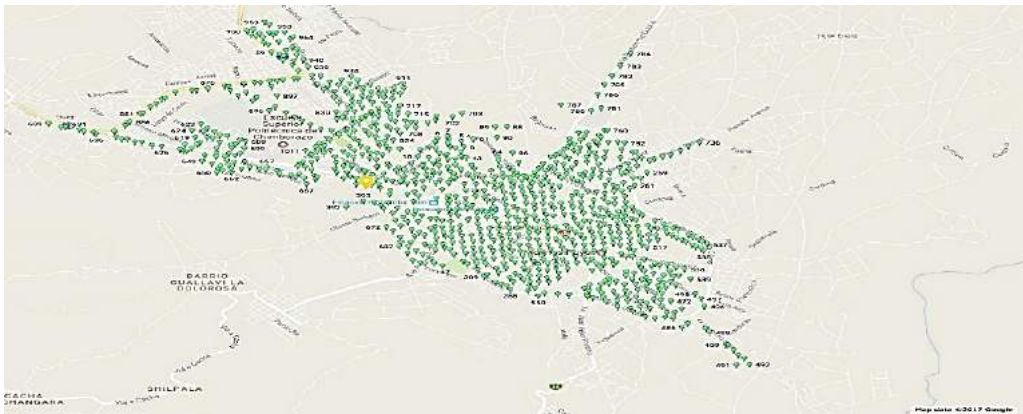


Fig.1. Población y codificación de los contenedores activos en las vías públicas de la ciudad de Riobamba (2017)

### 3.3 Muestra

Partiendo de un total de 1030 contenedores activos, se calculó el tamaño de la muestra con la ecuación estadística, resultando 280 contenedores los cuales sirvieron de base para entrevistar a los usuarios más cercanos de cada uno de ellos.

#### 3.3.1 Forma de determinación de la muestra aleatoria mediante la herramienta del Excel

En base al concepto escrito por Murray, se seleccionó la muestra representativa mediante el muestreo aleatorio, para esto se ingresó la siguiente función en Microsoft Excel 2013:

- = ALEATORIO. ENTRE (inferior; superior).
- = ALEATORIO. ENTRE (1; 1030)

Esta función se realizó hasta la celda 280 que es el tamaño de la muestra. Se consideró la creación de una nueva capa en el Google Maps para la transportación y ubicación de estos puntos que se colocó en el link <https://drive.google.com/open?id=1Ag-5xPQIxcLsRTd33tUPD0eKdII&usp=sharing> y se hizo la entrevista a los usuarios más cercanos al contenedor (Figura 2).

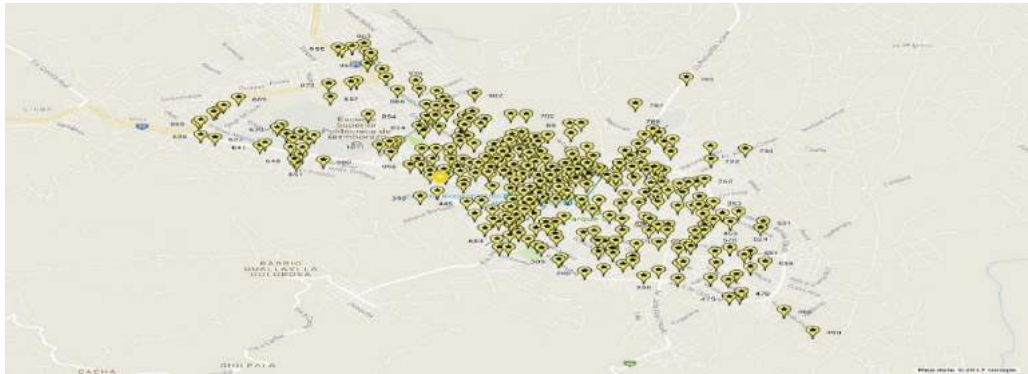


Fig. 2. Ubicación de los contenedores, seleccionados aleatoriamente. Google Maps. (2017)

### 3.4 Entrevista

Como en estadística se trabaja con parámetros, se debió tomar como mínimo 3 muestras, de ahí que se realizó 3 entrevistas semiestructuradas a los usuarios por contenedor seleccionados aleatoriamente. Finalmente, se determinaron técnicamente las variables y subvariables y se registraron los datos en el IBM SPSS Statistics-19.

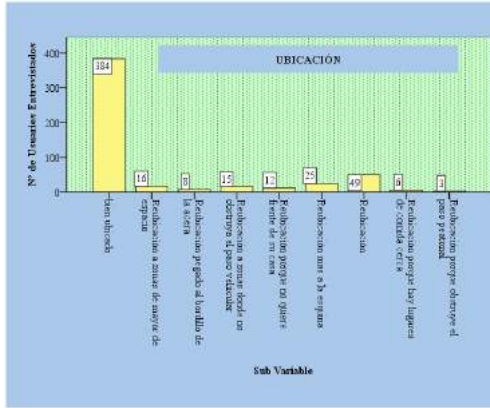
El total de entrevistas que se realizó a los usuarios más cercanos por cada contenedor fueron:  $280 \times 3 = 840$  usuarios entrevistados

### 3.5 Tabulación

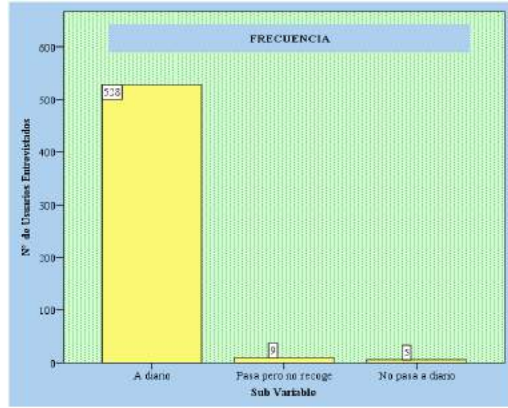
Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 19 para ingresar cada una de las variables y subvariables que se analizaron, registrando un total de 15 variables y 108 subvariables.



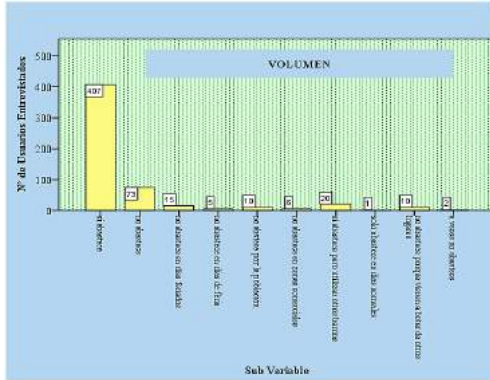
### 3.6 Gráficos de la tabulación de variables



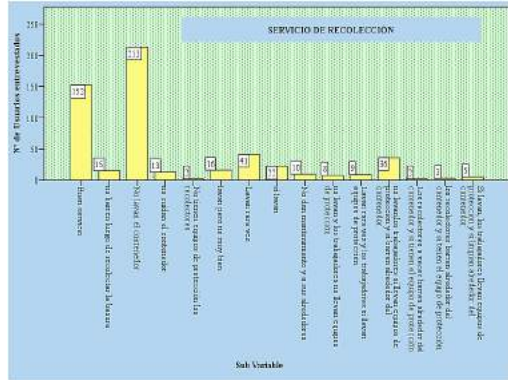
Graf. 1. Sumatoria de características comunes dentro de la variable ubicación.



Graf. 2. Sumatoria de características comunes dentro de la variable frecuencia.



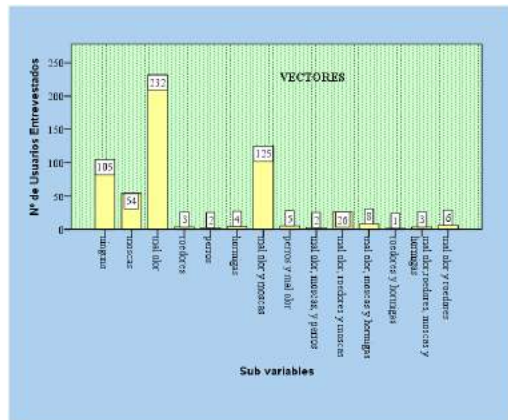
Graf. 3. Sumatoria de características comunes dentro de la variable volumen.



Graf. 4. Sumatoria de características comunes dentro de la variable servicio de recolección.

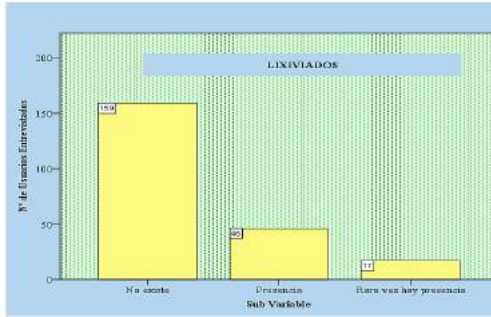


Graf. 5. Sumatoria de características comunes dentro de la variable de tipo de residuos.

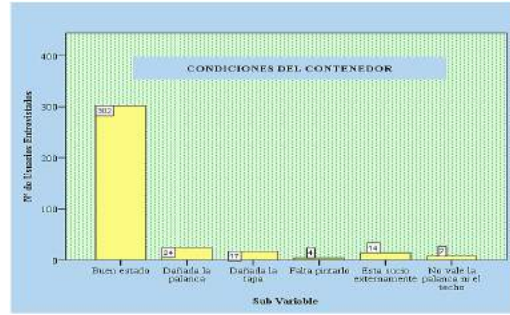


Graf. 6. Sumatoria de características comunes dentro de la variable vector.

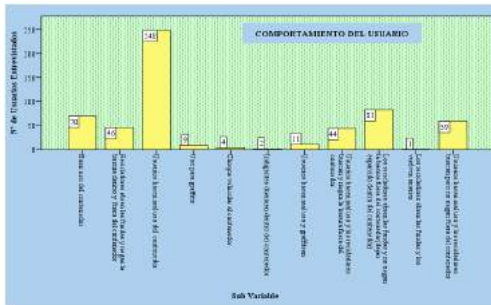




Graf. 7. Sumatoria de características comunes dentro de la variable tipo de residuos.



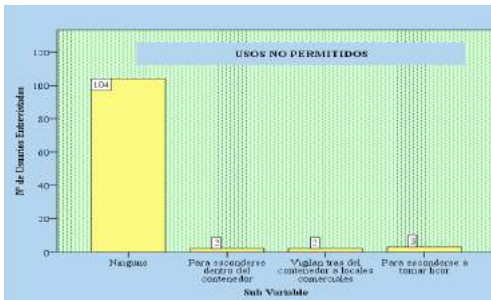
Graf. 8. Sumatoria de características comunes dentro de la variable condiciones del contenedor.



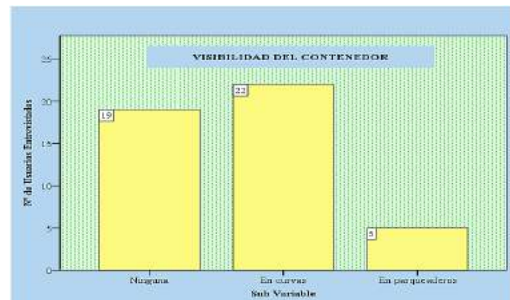
Graf. 9. Sumatoria de características comunes dentro del variable comportamiento del usuario.



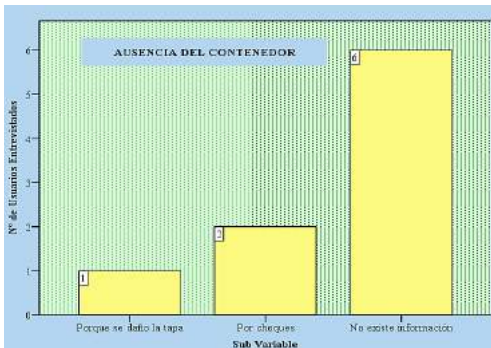
Graf. 10. Sumatoria de características comunes dentro de la uso de servicio higiénico.



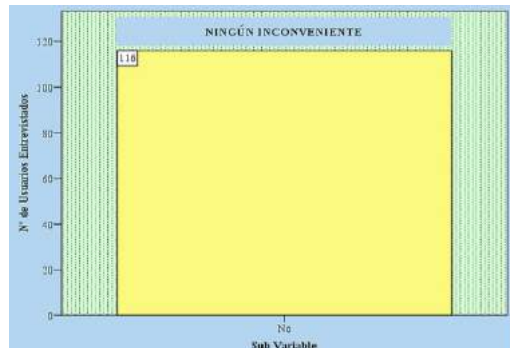
Graf. 11. Sumatoria de características comunes dentro de la variable usos no permitidos.



Graf. 12. Sumatoria de características comunes dentro de la variable visibilidad del contenedor.



Graf. 13. Sumatoria de características comunes dentro de la variable ausencia del contenedor.



Graf. 14. Sumatoria de características comunes dentro de la variable ningún inconveniente.

### 3.7 Diseño de componentes principales o reducción de dimensiones

Para el diseño de componentes principales se tomó en cuenta las variables más representativas de la entrevista de campo.

Matriz de correlaciones <sup>a</sup>											
		Ubicación	Frecuencia	Volumen	Servicio de recolección	Tip de residuos	Vectores	Lixiviados	Condición del contenedor	Comportamiento del usuario	Uso de servicio higiénico
Correlación	Ubicación	1,000	-0,065	0,308	-0,005	0,021	0,198	0,287	-0,142	-0,053	0,062
	Frecuencia	-0,065	1,000	0,031	0,056	0,196	0,199	0,163	-0,054	0,074	0,370
	Volumen	0,308	0,031	1,000	0,271	0,038	0,381	0,201	0,350	-0,085	0,065
	Servicio de recolección	-0,005	0,056	0,271	1,000	0,107	0,440	-0,005	0,205	0,401	0,374
	Tipo de residuos	0,021	0,196	0,038	0,107	1,000	0,308	0,411	0,057	0,334	0,318
	Vectores	0,198	0,199	0,381	0,440	0,308	1,000	0,494	0,348	0,050	0,253
	Lixiviados	0,287	0,163	0,201	-0,005	0,411	0,494	1,000	-0,075	0,089	0,143
	Condición del contenedor	-0,142	-0,054	0,350	0,205	0,057	0,348	-0,075	1,000	-0,193	-0,010
	Comportamiento del usuario	-0,053	0,074	-0,085	0,401	0,334	0,050	0,089	-0,193	1,000	0,167
	Uso de servicio higiénico	0,062	0,370	0,065	0,374	0,318	0,253	0,143	-0,010	0,167	1,000

a. Determinante = 0,083

Tabla 1: Análisis Factorial - Correlación (Datos del monitoreo a los usuarios que hacen uso del contenedor de RSU, 2017).

El valor del determinante de la matriz de correlaciones establecido al pie de la Tabla 1 con una valor de 0,083, indica que: existen correlaciones entre los parámetros utilizados en el estudio ya que se acerca a cero.

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,532	
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	89,368
	gl	45
	Sig.	0,000

Tabla 2. Análisis Factorial – KMO y prueba de Bartlett (Matriz de correlaciones, 2017).

El resultado que se obtuvo del análisis de la Tabla 2 con respecto a la Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin fue de 0,532 por lo que se aseguró que la relación que existe en este test es apropiado para aplicar el Análisis Factorial, debido a que su valor esta entre 0,5 y 1.

• Planteamiento de Hipótesis

Ho: No existe al menos una componente que caracterice el servicio de contenerización de RSU que describa el problema estudiado. Si p valor es mayor o igual a 0,05 se acepta la hipótesis nula.

Hi: Si existe al menos una componente que caracterice el servicio de contenerización de RSU que describa el problema estudiado. Si p valor es menor a 0,05 se desecha la hipótesis nula.

• Decisión

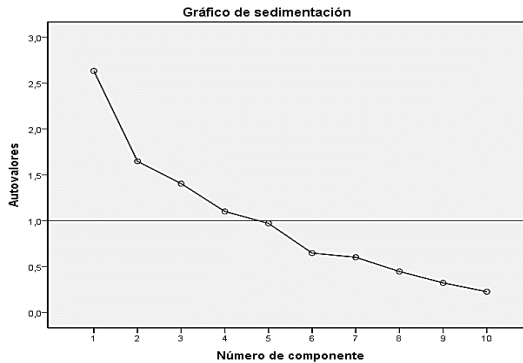
Analizando la prueba de esfericidad de Bartlett de la Tabla 2 el valor de significancia es 0,000 por lo que se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa, mencionando que si es posible hacer el análisis factorial.

Varianza total explicada									
Componen te	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumu- lado	Total	% de la varianza	% acumu- lado	Total	% de la varianza	% acu- mulado
1	2,632	26,320	26,320	2,632	26,320	26,320	1,849	18,486	18,486
2	1,647	16,474	42,794	1,647	16,474	42,794	1,813	18,130	36,616
3	1,404	14,044	56,838	1,404	14,044	56,838	1,599	15,987	52,602
4	1,101	11,011	67,849	1,101	11,011	67,849	1,525	15,246	67,849
5	0,971	9,713	77,562						
6	0,647	6,472	84,034						
7	0,601	6,014	90,048						
8	0,446	4,464	94,512						
9	0,322	3,225	97,737						
10	0,226	2,263	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Tabla 3. Análisis Factorial – Varianza total explicada (Datos del monitoreo a los usuarios que hacen uso del contenedor de RSU, 2017)

La Varianza total explicada en la Tabla 3 supera el 65% requerido para caracterizar el problema; también se muestra que los componentes mayores a 1 son aquellos que son retenidos para verificar el número de factores que son asociados, siendo en este caso los cuatro primeros componentes.



Graf. 3. Gráfico de sedimentación de Varianza total explicada. (2017)

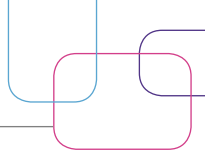
En el Gráfico 3 se observó claramente los cuatro primeros componentes que superó el valor de 1, obteniendo mayor relevancia la componente 1 que se encuentra en la coordenada (1; 2.632).

### 3.8 Determinación de componentes

Nombres que se estableció a cada componente.	Matriz de componentes rotados <sup>a</sup>	Componente			
		1	2	3	4
Característica de efectividad	Condición del contenedor	0,820			
	Volumen	0,697			
	Vectores	0,624			
Frecuencia	Frecuencia		0,783		
	Uso de servicio higiénico		0,630		
	Tipo de residuos		0,616		
Característica de posición	Ubicación			0,812	
	Lixiviados		0,452	0,710	
Cultura y presupuesto municipal	Comportamiento del usuario				0,837
	Servicio de recolección	0,465			0,770
	Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.				
	a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.				

Tabla 4. Matriz de componentes rotados (Varianza total explicada, 2017).

Respecto a la Tabla 4 se determinó cuáles son las variables de cada componente, en consecuencia son los componentes principales que están linealmente correla-



cionadas, determinando la calidad del Servicio de Contenerización de RSU de la ciudad de Riobamba.

A partir de la agrupación de las componentes principales, se determinaron respectivamente los siguientes nombres de los cuales se dio a conocer las características que presentaron cada una, durante la evaluación del servicio de contenerización.

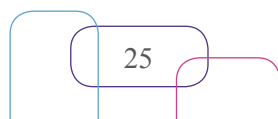
### *3.8.1 Descripción de componentes*

1. Característica de efectividad: se estableció este nombre conforme a los valores homogéneos de las variables de la Tabla 4: Matriz de componentes rotados y a través de los gráficos se verifica que en la condición del contenedor existió 302 usuarios que aseguraron que el contenedor se encuentra en buen estado siendo eficiente, mientras que en la variable volumen, 407 usuarios manifestaron que el contenedor tiene la capacidad de ser eficiente para abastecer y por último en la variable vectores, presentó ser ineficiente por lo que 232 usuarios reiteraron que existe mal olor. Todas estas observaciones nos permitieron establecer el nombre de la componente.

2. Frecuencia: se denominó así, porque en la Tabla 4: Matriz de componentes rotados los valores presentaron un rango de 0,616-0,738 para una sola agrupación, obteniendo como resultado la componente 2, donde se puede apreciar que la frecuencia es el eje fundamental para esta componente haciendo que todo el proceso sea eficiente; corroborando esta afirmación con los siguientes valores de frecuencia, 528 usuarios indicaron que a diario se recolecta los RSU, en cambio 101 entrevistados hace referencia que no utilizan como servicio higiénico y el tipo de residuos que más frecuentemente depositan es basura común, haciendo un buen uso y manteniendo la característica de eficiente en esta componente.

3. Característica de posición: Mediante la Tabla 4: Matriz de componentes rotados los valores que se presentaron fueron de 0,710 y 0,820, los mismos que se agruparon debido a su similitud lineal, señalando que 384 usuarios determinaron que los contenedores se encuentran bien ubicados, pero no son lo suficientemente exactos ni precisos como el usuario desearía, en cuanto a los lixiviados 159 usuarios, dieron a conocer que no existe fluidos que se derramen del contenedor, demostrando que la ubicación va a influir en los lixiviados en la caso de lugares concurridos y comerciales.

Considerando reubicar los contenedores que causan malestar a los usuarios y afectan directamente a la ciudadanía. Unos están ubicados junto a centros edu-



cativos y bloquean la visibilidad pudiendo ocasionar posibles accidentes. Otros, se encuentran en las esquinas y no cumplen con los 10 metros de distancia obstaculizando el tránsito vehicular. También se encontraron contenedores a pocos metros de semáforos y otros están frente a locales de comida y garajes. También se sugiere reubicar algunos contenedores a zonas de mayor espacio como terrenos baldíos o frente a casas donde no exista el inconveniente al abrir ventanas o puertas para que el usuario no tenga el problema de malos olores, moscos u otros vectores. Algunos ejemplos de reubicación durante el período de la entrevista, son para el contenedor 928 ubicado entre las calles Manuel María Sánchez y Lisiado Andrade Marín, al respecto se sugiere que debe ser reubicado en el parque Las Magnolias, también el contenedor 866 situado entre las calles Gonzalo Endara Crown y Av. Lizarzaburo, el 118 localizado entre las calles Carabobo y 9 de Octubre. También existen barrios donde hay exceso de contenedores.

4. Cultura y presupuesto municipal: de acuerdo a la Tabla 4. Matriz de componentes rotados con los valores 0,770-0,837 se agrupó a la componente 4, denominándole como cultura y presupuesto municipal, las cuales se ven influenciadas por el comportamiento inapropiado del usuario, con un valor de 248 entrevistados que sostuvieron que la mayoría de los usuarios hacen mal uso del contenedor. Por último la variable servicio de recolección con 213 usuarios quienes expresaron que no lavan el contenedor, esto se justificó porque el GAD Municipal de Riobamba no tiene una buena administración financiera ni tampoco un buen ingreso económico, para la compra de vehículos lava contenedores. Sólo poseen 3 carros de los cuales 2 están en servicio y el otro está dañado, no abasteciendo el lavado de los 1030 contenedores, por lo que este servicio se puede catalogar como ineficiente.

Según información proporcionada por Napoleón Cadena, alcalde de la ciudad, al diario La Prensa el 30 de septiembre del 2015, se indicó que el Sistema de recolección mediante la contenerización, tiene por objetivo garantizar el 100% de cobertura. Esto se constató en este estudio pues, al georreferenciar se llegó a ubicar 1030 contenedores, los cuales cubren la totalidad de la ciudad.

Se puede indicar que la percepción, tanto del municipio como de los usuarios, es que el sistema de colección con carga posterior ha mejorado la recolección de RSU, pues este servicio es más moderno, eficiente debido a los resultados del análisis estadístico de Diseño de Componentes Principales, que se originan de los datos proporcionados por los usuarios de este servicio; y sobre todo amigable con el ambiente mejorando la estética de la ciudad al evitar que los perros rompan fundas y desparramen la basura. Esto se corrobora con el resultado de la Evaluación del sistema de contenerización de residuos sólidos urbanos en el



cantón Rumiñahui-Quito, realizado en el año 2012 por Duque J. y Tul P. quienes mencionan que los habitantes del cantón consideran que en general el sistema es bueno y ha mejorado en relación al sistema tradicional.

Con la implementación de los contenedores en diferentes ciudades como Riobamba, Rumiñahui, la Parroquia de Aláquez – Cotopaxi, Ambato y otras ciudades del Ecuador se han logrado mantener limpia la ciudad utilizando tecnologías nuevas que brinden un buen y sostenible servicio de recolección. Un estudio similar realizado en el cantón Rumiñahui-Quito coincide con lo observado en esta investigación: la ubicación de los contenedores en las aceras representa un problema para los usuarios por la presencia de vectores, ya que, al tener frente a su casa invaden su espacio, al igual que obstaculiza el ingreso de vehículos a su vivienda. Dentro de la variable Servicio de Recolección, el usuario manifiesta que desconoce la frecuencia de lavado. Un resultado similar se observa en el Cantón Rumiñahui.

Es importante realizar un cronograma de recolección de RSU en mercados en días de feria y feriados, aumentando el número de rutas para que no exista una excesiva acumulación dentro de los contenedores, ya que el exceso de carga podría afectar al camión recolector

#### 4. Conclusiones

Mediante este estudio se estableció que la calidad del Servicio de Contenerización de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad, es eficiente.

Se diseñaron las estrategias metodológicas partiendo de la georreferenciación de contenedores, un muestreo aleatorio y con base a una entrevista semiestructurada a los usuarios. Se contó con la información preliminar de los trabajadores de acuerdo a su experiencia en la recolección de RSU y el conocimiento que poseen las autoridades sobre este servicio. Se logró contar con los datos necesarios para la tabulación, obteniendo las principales componentes las cuales son: característica de efectividad, frecuencia, característica de posición y cultura, presupuesto municipal; para asegurar que exista la calidad del Servicio de Contenerización de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Riobamba.

Una vez analizadas las variables con sus nombres, se estableció que la **característica efectividad**, es una componente eficiente, porque las variables condición del contenedor y volumen muestran estar en buen estado y abastece a la cantidad de RSU de la ciudad. La variable vector, indica que la mayoría de los usuarios

tienen el inconveniente del mal olor de los contenedores catalogándole como un servicio ineficiente, pero a pesar de este problema el contenedor sigue siendo útil para la ciudadanía. En cuanto a la **frecuencia** se logró establecer que es muy eficiente, por cuanto la mayoría de entrevistados mencionaron que la recolección es diaria y hacen un buen uso del contenedor almacenando residuos sólidos urbanos, como restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. La componente **Característica de Posición** es eficaz. La componente **cultura y presupuesto municipal** se determinó que es ineficiente, debido que el comportamiento del usuario es inapropiado, ya que la gran mayoría de los usuarios hacen mal uso al contenedor: lo cierran bruscamente, depositan la basura sin enfundar y fuera del contenedor. Por otra parte en la variable de Servicio de Recolección se concluye que no lavan los contenedores, sin embargo el personal de servicio menciona que no realizan esta operación correctamente, porque no cuentan con los recursos financieros suficientes para brindar este servicio.

Los Resultados obtenidos en esta investigación permiten concluir que para optimizar el manejo de RSU en la ciudad de Riobamba debe aumentarse el número de rutas de recolección.

Para mejorar el sistema de recolección se sugiere trabajar en conjunto con los usuarios, brindándoles campañas de educación ambiental para el uso y el cuidado del contenedor ya sea en barrios, unidades educativas o mediante los diferentes medios de comunicación.

Actualizar la Ordenanza municipal acorde al nuevo sistema de Recolección de RSU.

Es importante que la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GAD Municipal de Riobamba coordine con las entidades adecuadas la implementación de señalética adecuada en el sitio del contenedor y en las vías públicas.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios, ya que, con su amor y fidelidad nos ayudado a culminar con éxito este trabajo, a nuestros docentes Ing. Jenner Baquero, Dra. Janneth Jara e Ing. Cesar Puente quienes fueron la estructura del aporte de sus conocimientos. Al Departamento de Desechos sólidos urbanos de la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GAD Municipal de Riobamba que nos proporcionaron parte de la información que ha sido útil para nuestra investigación.



## Conflicto de intereses

Los beneficiarios de este proyecto serán la ciudadanía y el GAD Municipal de Riobamba, porque permitirá a las autoridades correspondientes tomar decisiones tendientes a fortalecer el actual servicio de Contenerización, ampliando y/o mejorando la cobertura y como un soporte técnico al Departamento de Desechos Sólidos Urbanos de la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene, lo que a la postre redundará en el beneficio de la comunidad.

## Referencias

1. CONSORCIO PARA EL DERECHO SOCIO-AMBIENTAL. Constitución de la República del Ecuador [en línea]. 2008. Nueva Constitución República Ecuador Asamblea Constituyente. [Consulta: 1 enero 2018]. Disponible en: [http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Constitucion\\_Asamblea\\_Ecuador\\_4.html](http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Constitucion_Asamblea_Ecuador_4.html).
2. CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN - COOTAD. [en línea]. 2011. S.l.: s.n. Disponible en: [http://www.ame.gob.ec/ame/pdf/cootad\\_2012.pdf](http://www.ame.gob.ec/ame/pdf/cootad_2012.pdf).
3. DE LA FUENTE, SANTIAGO. Análisis de Componentes Principales [en línea]. 2011. Componentes Principales. [Consulta: 18 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/ACP/ACP.pdf>.
4. DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL SALUBRIDAD E HIGIENE, Manejo del Sistema de Contenerización para la Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios con Carga Lateral en la Ciudad De Riobamba. Riobamba Ecuador: 2013. S.l.: s.n.
5. DUCHI C. Desechos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Riobamba. Grabación. 2016. S.l.: s.n.
6. DUQUE, JOSE y TUL, P. Evaluación del Sistema de Contenerización de RSU del Cantón Rumiñahui. [En línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica Nacional, Quito – Ecuador. 2012. P. 158. [Consulta: 2017-11-18]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5914/1/CD-4721.pdf>. 1
7. GARCIA, T. Población de la Muestra [en línea]. 2005. S.l.: s.n. [Consulta: 20 septiembre 2017]. Disponible en: [www.univsantana.com/sociologia/poblacionmuestra.doc](http://www.univsantana.com/sociologia/poblacionmuestra.doc). word2
8. GUZMAN, Rosalba. y LEYVA, Pablo. Código Sanitario Nacional y Sus Decretos Reglamentarios [en línea]. 1. Bogotá, Colombia: IICA Biblioteca Venezuela. Publicación Miscelánea N° A3/Co-88-016, ISSN-0534-5391, [Consulta: 20 septiembre 2017]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=-fnE6kEgzKsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=-fnE6kEgzKsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
9. INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL - IESS. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios [en línea]. 2002. S.l.: Universidad Internacional SEK. [Consulta: 20 septiembre 2017]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/211409011-DESECHOS-SOLIDOS.pdf>.
10. LIBRO VI ANEXO 6. Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos no Peligrosos [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 20 septiembre 2017]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>.
11. ECUADOR. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 18 noviembre 2017]. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUER->

- DO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108.
12. MÁRQUEZ Nelson. Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales [en línea]. Colombia: UNIVERSIDAD DE SUCRE. 2010. [Consulta: 18 noviembre 2017]. Disponible en: <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/299/2/628.442M357.pdf>.
  13. MESA, M. y VIDAURRETA, R. Orientaciones de carácter metodológico para el uso del análisis factorial en el deporte. [en línea].1. 2009 [Consulta: 18 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd134/uso-del-analisis-factorial-en-el-deporte.htm>.
  14. MONTOYA SUAREZ OMAR. “Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados”. *Scientia et technica*, vol. 1, no. 35, 2007, Colombia pp. 286. ISSN 0122-1701.
  15. MURRAY R., S. Estadística. Segunda. España - Madrid: Level. ISBN 0-07-060234-4. 1995. pp. 1-593.
  16. NTE INEN 2841. Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos. [en línea].1. 2014. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/291231334/Nte-Inen-2841-Estandarizacion-de-Colores-Para-Almacenamiento-Temporal-de-Desechos>.
  17. ORDENANZA QUE REGULA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN RIOBAMBA ORDENANZA 021-2011. [en línea]. 1. Riobamba Ecuador, 2011. [Consulta: 18 noviembre 2017]. Disponible en: <http://files.rodriagoabarca.webnode.es/200000293-d63f8d7392/ORDENANZA%20021-2011%20REGULA%20GESTION%20%20INTEGRAL%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20%20higiene%20%20final%20final%20para%20concejo%5B1%5D.pdf>.
  18. PELÁEZ, A., RODRÍGUEZ, J., RAMÍREZ, S., PÉREZ, L., VÁZQUEZ, A. y GONZÁLEZ, L. La entrevista [en línea]. 2013. S.l.: s.n. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: [https://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso\\_10/Entrevista.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Entrevista.pdf).
  19. PEÑA DANIEL. Análisis de datos multivariantes [en línea]. 2. S.l.: McGraw-Hill Madrid. 2002. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: [http://civil2011.bligoo.cl/media/users/15/791368/files/138227/An\\_lisis\\_de\\_Datos\\_Multivariantes\\_-\\_Daniel\\_Pe\\_a.pdf](http://civil2011.bligoo.cl/media/users/15/791368/files/138227/An_lisis_de_Datos_Multivariantes_-_Daniel_Pe_a.pdf).
  20. SÁEZ, A. y URDANETA, J.A. “Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe”. *Omnia*, vol. 20, no. 3, 2014. América Latina y el Caribe. pp. 1-16. ISSN 1315-8856.
  21. SECRETARÍA DE ASUNTOS MUNICIPALES. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos [en línea]. 2011. S.l.: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatearen Argitalpen Zerbitzua. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: [https://www.mininterior.gov.ar/municipios/pdfs/SAM\\_03\\_residuos\\_solidos.pdf](https://www.mininterior.gov.ar/municipios/pdfs/SAM_03_residuos_solidos.pdf).
  22. SNV y HONDUPALMA, Manejo de Residuos Sólidos [en línea]. 1. Honduras: s.n. 2011. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.snvla.org/mm/file/Guia%20manejo%20de%20residuos.pdf>.
  23. TAFUR José. Frecuencias, recolección y transporte de residuos sólidos. [en línea]. Educación. Universidad Sur-Colombiana-Colombia. 2009. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ingeambiental/ocho-frecuencia-de-recoleccion-de-los-rs>.
  24. TERRÁDEZ Manuel. Análisis de componentes principales [en línea]. S.l.: Alianza. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: [https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes\\_principales.pdf](https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf).
  25. THEMAC. Contenedores Metálicos [en línea]. [Consulta: 5 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.themac.cc/pr.php>

# LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO: CARACTERÍSTICAS, SEMEJANZAS Y DEPENDENCIAS

(ENVIRONMENTAL SCIENCES RESEARCH AT ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO: CHARACTERISTICS, SIMILARITIES AND DEPENDENCIES)

Rubén Antonio Pazmiño Maji<sup>(1)\*</sup>, Evelyn Alejandra Granizo Román<sup>(1)</sup>,  
Erika Elizabeth Yamasque Martínez<sup>(1)</sup>, Leidy Sofía Lechón Páez<sup>(1)</sup>

(1) Grupo de Investigación Ciencia de Datos-CIDED, Facultad de Ciencias,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\*Correspondencia: Tel:0996246260, E-mail: rpazmino@esPOCH.edu.ec  
(R. Pazmiño Maji)

## RESUMEN

Con este trabajo se cubre la necesidad de relacionar la investigación en Ciencias Ambientales con las líneas y programas de investigación institucionales, extrayendo y analizando sus características, semejanzas y dependencias utilizando el Análisis Estadístico Implicativo. Para ello se extraen, depuran, recodifican, analizan y visualizan los resultados obtenidos al considerar todos los trabajos de titulación en el área de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias desde el año 2012 hasta el año 2016. Se consideraron 4 líneas y 12 programas investigación relacionadas a las Ciencias Ambientales definidas por el Instituto de Investigaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para el período 2014-2018, se elaboraron 35 preguntas guía como indicadores para poder establecer relaciones de semejanza y dependencia. La metodología utilizada fue la del descubrimiento de conocimiento en bases de datos con el Análisis Estadístico Implicativo aplicadas a 445 trabajos de titulación extraídos de la base de recursos digitales DSpace, gestionadas con EndNote, codificadas en Microsoft Excel y analizadas en CHIC y RCHIC. Se obtuvieron 6 características importantes entre indicadores, 3 relaciones de semejanza con el árbol de similaridad, 3 relaciones de dependencia (2 con el árbol cohesitivo y 1 con el gráfico implicativo). Con esta investigación se desea también motivar a investigadores, gestores de investigación y autoridades a utilizar las técnicas del análisis estadístico implicativo como generador de características, relaciones de semejanza y dependencias en trabajos de investigación.

**Palabras claves:** *ciencias ambientales, investigación universitaria, trabajos de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, análisis estadístico implicativo.*

## ABSTRACT

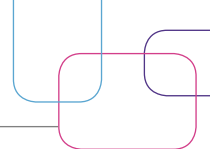
This work covers the need to relate the research in Environmental Sciences with the institutional research lines and programs, extracting and analyzing their characteristics, similarities and dependencies using the Statistical Implicative Analysis. To do this, the results obtained are extracted, refined, recoded, analyzed and visualized when considering all the degree works in the

area of Environmental Sciences of the Faculty of Sciences from the year 2012 to the year 2016. Four lines and 12 research programs related to the Environmental Sciences defined by the Research Institute of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo for the period 2014-2018 were considered, 35 guide questions were developed as indicators to be able to establish relations of similarity and dependence. The methodology used was knowledge discovery in databases with the Statistical Implicative Analysis applied to 445 titling works extracted from the DSpace digital resource base, managed with EndNote, codified in Microsoft Excel and analyzed in CHIC and RCHIC. We obtained 6 important characteristics among indicators, 3 similarity relationships with the similarity tree, 3 dependency relationships (2 with the cohesive tree and 1 with the implicative graph). This research we also want to motivate researchers, research managers and authorities to use the techniques of statistical implicative analysis as a generator of characteristics, relations of similarity and dependencies in research works.

**Key words:** *environmental sciences, university research, titling works, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, statistical implicative analysis.*

## 1. Introducción

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) (epoch, 2018), es una institución de educación superior ecuatoriana cuyo origen surgió en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, establecido con Ley No.69,09, dada por el Congreso Nacional, el 18 de abril de 1969, empezó sus actividades académicas y administrativas el 2 de mayo de 1972 en la ciudad de Riobamba. La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo actualmente está conformada por 7 facultades: la Facultad de Informática y Electrónica, la Facultad de Ciencias Pecuarias, la Facultad de Mecánica, la Facultad de Recursos Naturales, la Facultad de Salud Pública y la Facultad de Ciencias, esta última conformada por las carreras de Química, Bioquímica y Farmacia, Biofísica, Estadística, Física, Ingeniería en Estadística Informática, Matemática, Ingeniería Química e Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Biotecnología Ambiental junto a la extinta carrera de Educación Ambiental han generado 445 trabajos de investigación de pregrado en el área de Ciencias Ambientales. El Instituto de Investigaciones (IDI) es el encargado de gestionar y sistematizar la investigación (UNESCO) en la ESPOCH. El plan de investigación institucional, vigente desde el año 2014 tiene definidas líneas y programas de investigación con validez hasta mayo del 2018 (IDI, 2014a). Tres años después de la aplicación del plan de investigación institucional se desea determinar si la investigación en la ESPOCH y en particular la investigación de pregrado en Ciencias Ambientales está acorde a las líneas y programas definidos por el Instituto de Investigaciones (IDI, 2014b). Este trabajo obtuvo información relacionadas de todos los trabajos de titulación realizados desde el año 2012 hasta el año 2016 sobre Ciencias Ambientales en la Facultad de Ciencias de la ESPOCH utilizando la fuente institucional DSpace (“DSpace User Registry | DuraSpace,”). La investigación en las instituciones de educación superior ecuatorianas se está transformando en una de las principales columnas en la renovación financiera del Ecuador (LOES, 2010; SENPLADES, 2013), el desafío consiste en contribuir



a optimizar las condiciones de vida de la población mediante la investigación en general y la investigación universitaria en particular (Manosalvas, 2014; Ramírez, 2010). El Análisis Estadístico Implicativo (AEI) fue desarrollado por el francés Regis Gras y colaboradores hace aproximadamente 40 años. Conceptos de similaridad, cuasi implicación y cohesión son utilizados para generar relaciones asimétricas entre una variable o un grupo de variables que son llamadas R-Reglas (Couturier & Pazmiño, 2016). Su teoría estadística se basa en el concepto de cuasi-implicación que en forma sencilla puede resumirse en la oración: cuando la variable “a” es observada, entonces generalmente la variable “b” también lo es. La cuasi implicación se diferencia de las técnicas simétricas basadas en una distancia o en una correlación, principalmente en su asimetría y además en que los conjuntos de reglas obtenidos son una aproximación a las hipótesis de causalidad (Gras, Régnier, & Guillet, 2009). Los programas CHIC y RCHIC son softwares desarrollado principalmente por Raphaël Couturier que automatiza la mayoría de la teoría del AEI (Couturier, 2008). El AEI es aplicado en el área educativa y tiene además otras aplicaciones en áreas tales como la psicología, matemática, arte, medicina, física, administración y otras (Pazmiño, 2014). Desde sus orígenes se ha utilizado en la gestión de conocimiento como se muestra en (Pazmiño-Maji, García-Peñalvo, & Conde-González, 2017).

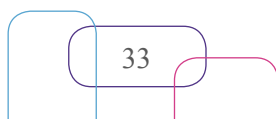
## 2. Materiales y Metodología

Por el paradigma es una investigación de tipo cuantitativo, por el tipo de diseño utilizado es no experimental, descriptiva y exploratoria, por el tiempo de estudio es transversal, por la amplitud de estudio es un censo; el colectivo de estudio lo conforman los 445 trabajos de titulación, la población lo conforman la información sobre autor, año, título, carrera, universidad, grado, número de páginas, tutor, fecha, palabras clave, resumen y el pdf completo obtenido de la página web institucional (D. ESPOCH, 2018), entre otras.

Los materiales utilizados para esta investigación fueron la información de la población, referenciada mediante el gestor bibliográfico EndNote, versión X8 y analizada con los programas Excel 2016, R versión 3.4.2, RStudio versión 1.1.383, RCHIC versión 0.25 y CHIC (Cohesive hierarchical implicative classification) versión 6.0. La metodología de análisis utilizada se basó en (Pazmiño-Maji et al., 2017) y se detalla a continuación:

**1. Selección:** El objetivo de este trabajo es determinar si la investigación universitaria en ciencias ambientales se relaciona con las líneas y programas definidos por el IDI y la ESPOCH, para ello se utilizaron las preguntas guías que se muestran en la Tabla 1.

**2. Preprocesamiento:** Mediante el software EndNote, la información de autor, año, título, carrera, universidad, grado, número de páginas, tutor, fecha, palabras



clave, resumen, el documento completo en formato pdf obtenido de la página web institucional y entre otras fueron asociados a los trabajos de titulación objetivo.

LÍNEAS	PROGRAMAS	PREGUNTAS
GESTIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN DE RIESGOS	1. Programa de biodiversidad sustentable.	¿Según el título, objetivos o hipótesis se propone conservar la diversidad biológica?
		¿Se aplican instrumentos de gestión para salvaguardar los recursos naturales?
		¿La propuesta busca hacer uso de los recursos naturales para satisfacer necesidades con responsabilidad ambiental?
ENERGÍAS ALTERNATIVAS RENOVABLES Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	1. Programa de energías alternativas.	¿Según el título, objetivos o hipótesis se proponen fuentes de energía como alternativa a las tradicionales?
		¿Se aplican técnicas biológicas y/o de ingeniería?
		¿La propuesta contribuye a limitar la emisión de gases de efecto invernadero?
	2. Programa de gestión y tratamiento del aire, agua y suelo.	¿Según el título, objetivos o hipótesis se pretende dar un manejo integral del sistema ambiental?
		¿Se aplican instrumentos de gestión ambiental para la prevención, control y mitigación de impactos ambientales?
		¿Se entrega una herramienta aplicativa?
	3. Programa de biorremediación del ambiente	¿Según el título, objetivos o hipótesis se pretende mejorar la calidad de los factores ambientales?
		¿Se aplican técnicas biológicas y de ingeniería?
		¿Intervienen organismos vivos o moléculas sintetizadas por ellos para la remediación de agua, aire y/o suelo?

Tabla 1: Líneas, programas y preguntas guías utilizadas en Ciencias Ambientales

**3. Transformación:** Se manejó una base de datos dicotómica de un total de 445 filas (trabajos de titulación) y 132 columnas (variables). Se elaboraron las preguntas guía y en base a ellas, se amplió la información de cada una de las 3 carreras de la Facultad de Ciencias que cuenta con reportes de graduados en área de Ciencias Ambientales (Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Educación Ambiental, Ingeniería Química), valores que fueron ingresados manualmente en el software Microsoft Excel y analizados mediante procesos de evaluación individual, por pares y aleatorios. Los datos fueron transformados a una codificación binaria equivalente a 1=Si y 0=No por su simplicidad de manejo.

**4. Análisis estadístico Implicativo:** Se consideraron árboles de similaridad y árboles de cohesión con el propósito de establecer semejanzas y dependencias entre los trabajos de titulación objetivo y las líneas de investigación mediante las técnicas AEI, analizadas mediante el software CHIC.

**5. Interpretación y evaluación:** Se basan en los resultados descriptivos (características) de los grafos implicativos que muestran que variables cuasi-implican



a cuáles (dependencias), los árboles de similaridad que muestra las variables más similares utilizando el criterio de similaridad de Israel Lerman (semejanzas), el árbol de cohesión que permite ver mediante un dendograma las diferentes relaciones asimétricas entre variables y clase de variables (dependencias).

En la figura 1, se muestra la metodología de investigación aplicada al software utilizado en cada una de las etapas antes mencionadas.



Figura 1. Metodología de Investigación aplicada al software utilizado

### 3. Resultados y Discusión

A continuación, se muestran los resultados mediante medidas de frecuencia, árboles de similaridad, árboles de cohesión y grafos implicativos, herramientas de análisis proporcionadas por la Estadística Descriptiva, el Análisis Estadístico Implicativo (AEI) y automatizadas con los programas R, CHIC y RCHIC.

La codificación utilizada en el para el AEI se muestra en la Tabla 2

ÁREAS UNESCO	LÍNEAS	PROGRAMAS	VARIABLE
Ciencias Agrarias	Gestión sustentable de los recursos naturales y gestión de riesgos	1. Programa de biodiversidad sustentable	T1biodSu
Ciencias Tecnológicas	Energías alternativas renovables y protección ambiental	1. Programa de energías alternativas	T1enerAlter
		2. Programa de gestión y tratamiento del aire, agua y suelo	T2AiAgSu
		3. Programa de biorremediación del ambiente	T3BioAmb

Ciencias Tecnológicas	Tecnologías de la información, comunicación, procesos	3. Programa para el desarrollo de aplicaciones de software para procesos de gestión y administración pública y privada. Educación	T3SofEdu
		10. Programa de análisis estadístico implicativo y computacional	T10SIA
Ciencias Médicas	Seguridad y soberanía alimentaria	1. Programa de evaluación del estado de seguridad alimentaria	T1SegAlim
		2. Consumo humano para mejorar las condiciones de nutrición y salud	T2ConsHum
Ciencias Médicas	Salud y Nutrición	1. Programa y evaluación del estado de salud y nutrición	T1EstSalAlim
		6. Programa de administración de servicios de salud, nutrición y alimentación	T6AdmSalNutAlim
		7. Programa de biofísica aplicada a la medicina	T7BiofMedic
		9. Programa de desarrollo de fitofármacos	T9Fitofar

Tabla 2: Codificación de las líneas y programas de investigación empleadas en el AEI

La codificación empleada para las líneas de investigación de la Facultad se muestra en la Tabla 3

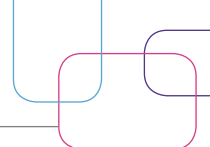
LÍNEAS DE LA FACULTAD	VARIABLE
Diseño Experimentos	Rtins
Modelación Estadística	
Análisis Multivariable	
Ingeniería Procesos Industriales	
Ingeniería Tecnologías Verdes	
Física Aplicada	
Clínica	
Farmacia	
Alimentos	
Biotecnología Ambiental	
Gestión Ambiente Territorio	
Tec. Trata. Recursos Residuos	

Tabla 3: Codificación de las líneas de investigación de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH

### 3.1 Características mediante estadísticas

En la Tabla 4 se muestra el número de trabajos de titulación por cada una de las tres carreras, un mayor número se encuentra en la carrera de Ingeniería Química (49,6%), seguido por la Carrera de Biotecnología Ambiental (46,7%) y finalmente la Carrera de Educación Ambiental (3,5%), que es una Carrera ya desaparecida.





INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL	EDUCACIÓN AMBIENTAL	INGENIERÍA QUÍMICA	TOTAL
208	16	221	445

Tabla 4: Número de trabajos de titulación en el área de Ciencias Ambientales por carrera

Referente a la línea de gestión sustentable de los recursos naturales y gestión de riesgos, programa de biodiversidad sustentable, se observa que solo el 1% de trabajos de titulación de la Carrera de Biotecnología Ambiental tienen alta aplicación en este programa y que el 65% no trabajan nada en él (ver tabla 5).

T1biodSu_nothing	T1biodSu_low	T1biodSu_med	T1biodSu_high
288	90	62	5

Tabla 5: Trabajos de titulación de la Carrera de Biotecnología Ambiental en el programa de Biodiversidad Sustentable

En la Tabla 6, se observa que las nuevas líneas de investigación de la Facultad de Ciencias en cuanto a Ciencias Ambientales se refieren, el 94,61% de los trabajos de titulación se identifican con ellas y únicamente el 5,39% no lo hacen.

Rtinst_nothing	Rtinst_low	Rtinst_med	Rtinst_high
24	212	118	91

Tabla 6: Trabajos de titulación y las nuevas líneas de investigación de la Facultad de Ciencias

### 3.2 Semejanzas mediante árboles de similitud

La Figura 2, muestra que las carreras de Ingeniería en Biotecnología Ambiental (carBIOTEC\_AMB) y Educación Ambiental (carEDUCA\_AMB) tienen una relación de similitud significativa en las líneas de investigación utilizadas para sus trabajos de titulación en el área de Ciencias Ambientales, existiendo a su vez una calidad alta de agrupamiento y compatibilidad con los valores, expresada a través de un nodo significativo, representado en la figura mediante una línea roja, esto se debe a que las dos primeras carreras comparten aspectos comunes de investigación que se reflejan en sus trabajos de titulación. La carrera de Ingeniería Química también comparte aspectos comunes de investigación, pero éstos son menores respecto a los que comparten las carreras de Ingeniería en Biotecnología Ambiental y Educación Ambiental.

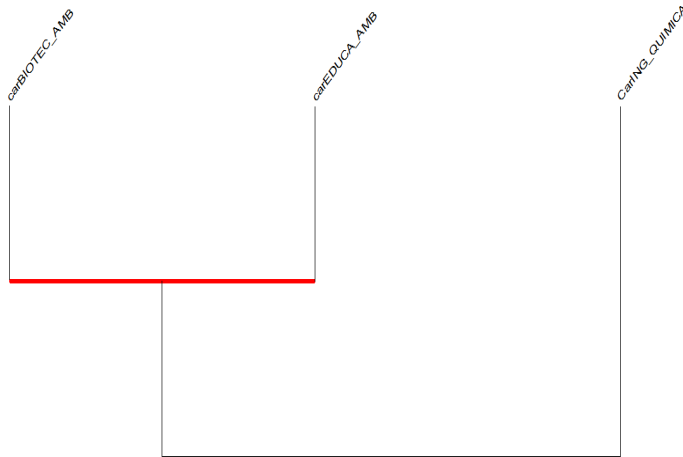


Fig. 2 Semejanzas entre carreras del área de Ciencias Ambientales

La Figura 3, muestra la formación de dos clases que establecen las conexiones de similitud entre los trabajos de titulación de las carreras en el área de Ciencias Ambientales y las líneas y programas de investigación de la ESPOCH. En la primera clase se forman cuatro subgrupos. El primer subgrupo formado por la relación en cuanto a líneas de investigación entre trabajos de biodiversidad sustentable y de energías alternativas. En el segundo y más amplio grupo se observa la relación existente entre los trabajos de titulación en el programa de biodiversidad sustentable (T1biodSu\_med) y los trabajos de titulación en el programa de biorremediación del ambiente (T3BioAmb\_high) correspondientes al nivel uno de jerarquía. Estos muestran la mayor similitud existente entre la utilización de líneas de investigación comunes entre sus trabajos de titulación. En este subgrupo se observa una nueva división en la que se incluyen los trabajos en los programas de biodiversidad sustentable, gestión y tratamiento de aire, agua y suelos y biorremediación del ambiente, esto dos últimos correspondientes al nivel dos en jerarquía de similitud, y los tres en conjunto representados mediante un nodo significativo. En el tercer subgrupo se muestra un nodo significativo entre el programa de Energías Alternativas que guardan una relación de similitud entre los trabajos de titulación clasificados en el segundo subgrupo. En el cuarto subgrupo se muestra la relación existente entre los grupos formados anteriormente y los trabajos en gestión y tratamiento del aire, agua y suelos. En la segunda clase se muestra una relación existente entre los trabajos en gestión y tratamiento del aire, agua y suelos y los trabajos en biorremediación del ambiente, estos relacionados mediante un nodo significativo con los trabajos en energías alternativas.

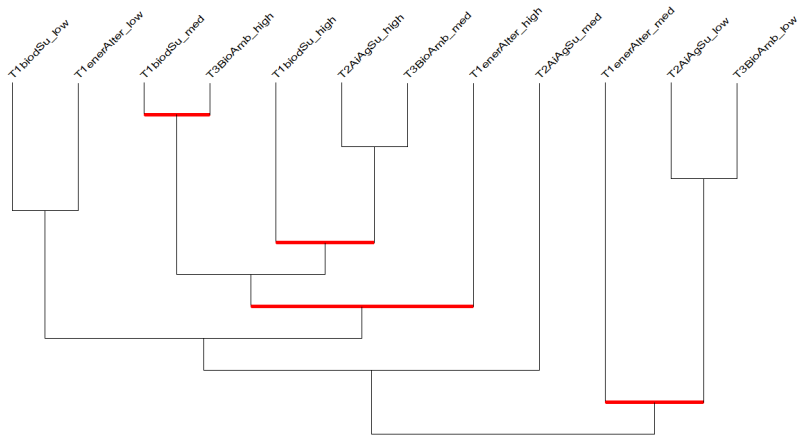


Fig. 3 Semejanzas entre los trabajos de titulación en Ciencias Ambientales y las líneas y programas institucionales

El árbol de similaridad de la figura 4 muestra la formación de tres subgrupos, el primero y más significativo muestra que los trabajos en biodiversidad sustentable tienen alta relación con los trabajos en gestión y tratamiento de aire, agua y suelos, y éstos a su vez se relacionan totalmente con las líneas de investigación definidas en biorremediación del ambiente y éstos con energías alternativas en el menor nivel jerárquico.

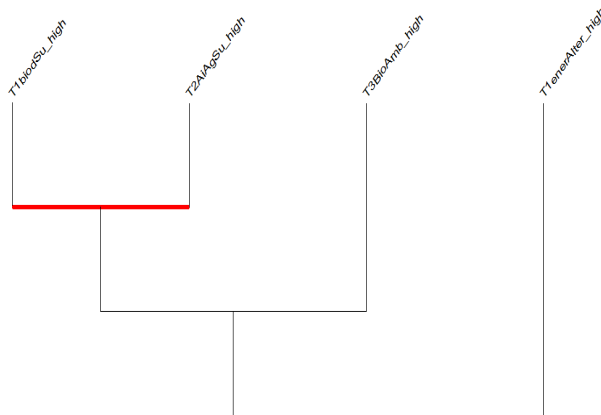


Fig. 4 Semejanzas entre líneas y programas de Investigación en el área de Ciencias Ambientales

### 3.3 Dependencias utilizando árboles de cohesión

En la Figura 5, la gráfica muestra la formación de tres grupos, dos de ellos independientes, debido a que guardan menor relación en cuanto a líneas de investigación empleadas en común con las otras variables. los trabajos de titulación

en el programa de gestión y tratamiento del aire, agua y suelos están fuertemente cohesionados en 100% con la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental es decir que los trabajos en gestión y tratamiento del aire, agua y suelos emplean líneas de investigación definidas para la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental por lo cual T2AiAgSu  $\Rightarrow$  carBIOTEC\_AMB, siendo este un nodo significativo. Estas dos variables relacionadas con los trabajos de titulación en el programa de biorremediación del ambiente con un nivel de cohesión en 98% y los trabajos en biodiversidad sustentable en 84.2%.

En la figura 6, se muestra la creación de tres agrupaciones. En el primer grupo se muestran dos subdivisiones, donde se observa que existe alta cohesión en 100% entre los trabajos de titulación en gestión y tratamiento del aire, agua y suelos y los trabajos en biorremediación del ambiente, representados a su vez mediante un nodo significativo, éstos a su vez unidos mediante una cohesión del 99% a los trabajos de titulación en el programa para el desarrollo de aplicaciones de software para procesos de gestión y administración pública y privada en educación (T3Sof Edu\_low) formando de igual manera un nodo significativo. En la segunda subdivisión se observa que los trabajos de titulación de la Carrera de Ingeniería Química implican la realización de trabajos de titulación en el programa de análisis estadístico implicativo y computacional T10SIA\_low en función de las líneas de investigación planteadas. En el segundo grupo del árbol de cohesión se muestra que las líneas de investigación utilizadas en los trabajos de titulación en el programa de desarrollo de fitofármacos (T9Fitofar) pertenece a la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental y dentro estas dos variables también se relaciona los trabajos de titulación en el programa de evaluación del estado de la seguridad alimentaria (T1SegAlim) con el menor índice de cohesión del 47.1%. En el tercer grupo se muestra que los trabajos de titulación en Biodiversidad Sustentable utilizan líneas de investigación en común con los trabajos en energías alternativas con una cohesión del 99.6% y estos a su vez utilizan líneas de investigación en Biofísica aplicada a la medicina (T7BiofMedic\_low)

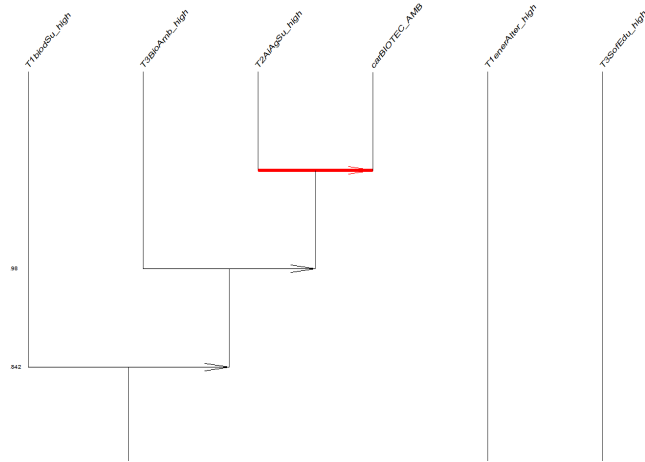


Fig. 5 Dependencia entre líneas y programas de investigación y la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental

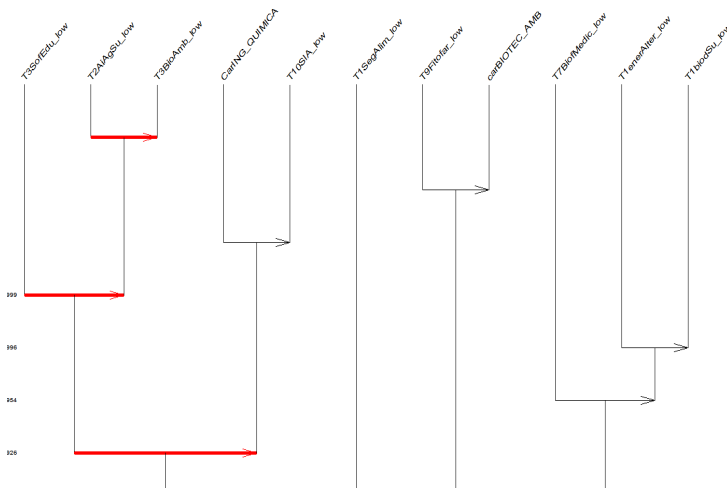


Fig. 6 Dependencia entre las carreras de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Ingeniería Química y los programas y líneas de investigación

### 3.4 Dependencias con grafos implicativos

Para determinar las relaciones de implicación de la investigación universitaria en el área de Ciencias Ambientales y las líneas y programas de investigación ya definidos por el IDI y la ESPOCH, se ha realizado un gráfico implicativo entre las carreras y todos los programas del área de Ciencias Ambientales de alta utilización en las carreras de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Educación Ambiental e Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias. En la Figura 7, se muestra que, si un trabajo de titulación está en la carrera de Educación Ambiental, lo compartirá con la línea de investigación de la Facultad en gestión de ambiente y territorio y

éste a su vez con la línea de investigación de biotecnología ambiental, pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, mientras que los trabajos de titulación en la línea de investigación de ingeniería de los procesos industriales pertenecerán a la carrera de Ingeniería Química.

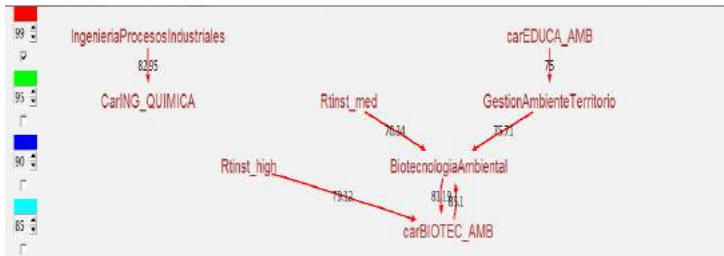
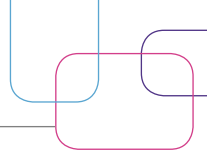


Fig. 7 Dependencia entre las carreras de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Ingeniería Química y Educación Ambiental con los programas y líneas de Investigación

#### 4. Conclusiones

De los 445 trabajos de titulación analizados en el periodo comprendido entre los años 2012-2016 en el área de Ciencias Ambientales de las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería en Biotecnología Ambiental y la extinta carrera de Educación Ambiental se establecieron las relaciones de semejanzas y dependencias con las líneas y programas de investigación definidos por el Instituto de Investigaciones de la ESPOCH vigentes del año 2014 al 2018. Utilizando la técnica de Análisis Estadístico Implicativo, se obtuvieron grafos de similitud estableciendo las semejanzas existentes entre las diferentes carreras analizadas, trabajos de titulación, líneas y programas de investigación. De estos grafos se determinó que las carreras de Ingeniería en Biotecnología Ambiental y Educación Ambiental guardan una semejanza en sus trabajos de titulación, a su vez se identificó que existe una alta relación de similitud entre los trabajos de titulación en los programas de biodiversidad sustentable y biorremediación del ambiente. Mientras que, de los árboles de cohesión se obtuvieron las relaciones de dependencia en donde se determinó que los trabajos de titulación en el programa de gestión y tratamiento del aire, agua y suelos están fuertemente cohesionados en 100% con la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Los gráficos implicativos, hacen ver la conexión existente entre las carreras de Educación Ambiental e Ingeniería en Biotecnología Ambiental, más no de la Carrera de Ingeniería Química, la cual se muestra como una secuencia de implicación con los trabajos de Ingeniería en Procesos Industriales, separado de las demás Carreras analizadas. El 94,61% de los trabajos de titulación en Ciencias Ambientales se identifican con las nuevas líneas de investigación (de la Facultad de Ciencias) y solo un 5,39% no lo hacen.



## 5. Limitaciones y Recomendaciones

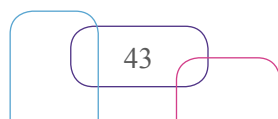
No se consideraron los trabajos de titulación a partir de la fecha de vigencia de las líneas y programas de investigación institucionales debido que su aprobación no cambia automáticamente su uso en las investigaciones de los trabajos de titulación. Los investigadores pueden intentar manejar la ventana de variables para una exploración más personalizada, detallada y profunda de los parámetros de interés de tal forma que se puede encontrar relaciones de similaridad, cohesión e implicación de mayor utilidad. Se sugiere que se manipulen las diferentes opciones teóricas y de experimentación proporcionadas por el Análisis Estadístico Implicativo y CHIC para llegar a más conclusiones requeridas por los investigadores.

## Agradecimientos

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que mediante el apoyo al proyecto “Análisis e innovación de las investigaciones en la Facultad de Ciencias como estrategia para incrementar la producción científica”, permite que se analice, mejore e incremente la investigación en la Facultad de Ciencias y en la ESPOCH. A los investigadores del grupo de investigación en Ciencia de Datos (CIDED), en especial a Rafaela Pacurucu, Paola Chiluzza y Paola Argüello por su apoyo en esta investigación. A los ayudantes de investigación que colaboraron en las primeras etapas de este proyecto.

## Referencias

1. Couturier, R. (2008). Chic: Cohesive hierarchical implicative classification Statistical implicative analysis (pp. 41-53): Springer.
2. Couturier, R., & Pazmiño, R. (2016). Use of Statistical Implicative Analysis in Complement of Item Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(1), 39.
3. DuraSpace. (2018, 2017/07/12/04:00:26). DSpace User Registry | DuraSpace, from [http://registry.duraspace.org/registry/dspace?f%5B0%5D=field\\_country%3Aecuador](http://registry.duraspace.org/registry/dspace?f%5B0%5D=field_country%3Aecuador)
4. esPOCH. (2018, 2017/07/12/03:30:04). Inicio - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, from <https://www.esepoch.edu.ec/>
5. ESPOCH, D. (2018, 2017/07/12/04:00:26). DSpace ESPOCH, from <http://dspace.esepoch.edu.ec/>
6. Gras, R., Régnier, J.-C., & Guillet, F. (2009). *Analyse Statistique Implicative. Une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités*. Toulouse (França): Cepadues.
7. IDI. (2014a). PLAN DE INVESTIGACION ESPOCH 2014-2018. In idi (Ed.), (Vol. 2018-10-04). Ecuador.
8. IDI. (2014b). REGLAMENTO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO 2014. In E. C. P. d. I. E. S. P. d. Chimborazo (Ed.). Ecuador.
9. LOES. (2010). *Ley Orgánica de Educacion Superior*. Quito-Ecuador.
10. Manosalvas, M. (2014). Buen vivir o sumak kawsay. En busca de nuevos referenciales para



la acción pública en Ecuador. Retrieved from <http://revistas.flacsoandes.edu.ec/iconos/article/view/1273>.

11. Pazmiño-Maji, R. A., García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. A. (2017). Statistical Implicative Analysis approximation to KDD and Data Mining: A systematic and mapping review in Knowledge Discovery Database framework.
12. Pazmiño, R. (2014). Aproximación al Análisis Estadístico Implicativo desde sus Aplicaciones Educativas.
13. Ramírez, R. (2010). Introducción. (978-9978-92-893-6). Quito.
14. SENPLADES. (2013). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. (ISBN 978-9942-07-463-8). Quito-Ecuador.
15. UNESCO. (2018/02/04/03:30:04). Inicio-UNESCO, from <https://es.unesco.org/>



# DETECCIÓN DE DATOS ANÓMALOS E IMPUTACIÓN DE DATOS FALTANTES PREVIO A LA MODELACIÓN TEMPORAL DE VELOCIDADES DE VIENTO

(DETECTION OF OUTLIERS AND IMPUTATION OF MISSING DATA PRIOR TO THE TEMPORAL MODELING OF WIND SPEEDS)

E. Guamán<sup>(1)</sup>, V. Gavilanes<sup>(1)</sup>, I. Escudero<sup>(1)</sup>

(1) Ingeniería en Estadística Informática, Facultad de Ciencias,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

## RESUMEN

La velocidad de viento es un recurso energético importante en las aplicaciones de energía eólica. La presente investigación tuvo por objetivo detectar datos anómalos y realizar imputación de datos faltantes en velocidades de viento del 2016 de la estación meteorológica San Juan y Tixán, provincia de Chimborazo, utilizando el software libre R. La detección de datos anómalos se ha convertido en una parte importante del análisis de modelado e inferencia de series temporales, ya que conducen a la especificación errónea de modelos como estimación de parámetros sesgada y pronósticos deficientes, por lo que, se propone el método robusto de la Desviación Absoluta Media (MAD). Del mismo modo los datos faltantes son el primer obstáculo al diseñar modelos predictivos, motivo por el cual se realizó la evaluación de diferentes métodos con el paquete `imputeTestbench`. En la velocidad de viento se encontró con el método MAD un 2.46% de datos anómalos para San Juan y 1.00% para Tixán, los métodos `na.approx` (R package `zoo`), `na.interp` (R package `forecast`) y `na.interpolation` (R package `imputeTS`) son óptimos para la imputación de datos faltantes en ambas estaciones meteorológicas.

**Palabras clave:** *variables meteorológicas, datos atípicos, imputación de datos.*

## ABSTRACT

Wind speed is an important energy resource in wind energy applications. The objective of the present investigation was to detect outliers and make imputation of missing data in wind speeds of 2016 from the San Juan and Tixán meteorological station, Chimborazo province, using free software R. The detection of outliers has become an important part of the analysis of modeling and inference of time series, since they lead to the erroneous specification of models as biased parameter estimation and deficient forecasts, for which, the robust method of the Mean Absolute Deviation (MAD) is proposed. In the same way, the missing data is the first obstacle when designing predictive models, reason for which the evaluation of different methods was carried out with the `imputeTestbench` package. In the wind speed the MAD method was found with 2.46% of outliers for San Juan and 1.00% for Tixán, the methods `na.approx` (R package `zoo`), `na.interp` (R package `forecast`) and `na.interpolation` (R package `imputeTS`) are optimal for the imputation of missing data in both weather stations.

**Key words:** *meteorological variables, outliers data, imputation data.*

## 1. Introducción

El viento es considerado como recurso energético con sustanciales variaciones temporales, tanto en superficie como en altura, contando además con una componente aleatoria que afecta gran parte de su variación total. Estas propiedades hacen que la caracterización de dicha variable sea un área de trabajo primordial en las aplicaciones de energía eólica, así, el conocimiento del régimen de vientos al que va a estar sometido un sistema eólico es necesario tanto para optimizar el aprovechamiento energético, como para prevenir condiciones adversas o desfavorables [1]. Es así que la detección de datos anómalos e imputación de datos faltantes es muy importante para un posterior análisis de la velocidad de viento como una serie temporal.

Una observación anómalo es aquella que parece desviarse de otros miembros de la muestra en la que ocurre [3], puede definirse como un punto de datos en una serie de tiempo que es significativamente diferente del resto de los puntos de datos, observaciones inusuales que afectan el análisis estadísticos, por lo tanto, deben tratarse con precaución [4], ya que conducen a especificaciones erróneas como estimación de parámetros sesgada y pronósticos deficientes [2], pero es difícil dar criterios exactos para decidir cuándo un valor es demasiado grande o demasiado pequeño o, en general, demasiado extremo [3]. Pocos autores han estudiado la detección de valores anómalos en series temporales univariados y multivariantes aplicando el software R. Galili y Venturini (2015) proponen una función simple en R para la detección de valores anómalos en series temporales [5], López-De-Lacalle (2016) hace el uso del paquete `tsoutliers` para la detección de valores anómalos en series de tiempo [6]. A pesar de estos esfuerzos, los investigadores no han encontrado un método eficiente para la detección de datos anómalos en series temporales.

La mayoría de los métodos estadísticos se basan en datos completos sin valores faltantes, por ello los datos faltantes se han convertido en el primer obstáculo al diseñar modelos predictivos [7], surgiendo la necesidad de estar familiarizado con los métodos empleados para la gestión de datos faltantes, ya que el método de elección influirá en el poder estadístico del modelo predictivo, más aun cuando se trabaja con series temporales meteorológicas en donde es inevitable encontrar datos faltantes [8], especialmente en los países en desarrollo y en los países emergentes. Si las brechas de datos son grandes, las series de tiempo incompletas pueden ocultar el patrón de los datos, y pueden distorsionar considerablemente los resultados de cualquier análisis estadístico. Para evitar el efecto de la falta de datos sobre los resultados de los estudios meteorológicos, es

esencial manejar meticulosamente el llenado óptimo de los datos faltantes. Existe algunas investigaciones sobre la imputación de datos faltantes univariantes y multivariantes en series temporales. Moritz, Sardá, Bartz-Beielstein, Zaefferer, y Stork (2015) realiza la comparación de diferentes métodos para la imputación de series temporales en el total de pasajeros internacionales de aerolíneas (Airpass), ventas mensuales de cerveza en millones de barriles (beersales), índice compuesto trimestral de S&P (SP) y devolución diaria de las acciones de google de manera univariadas en R, esta comparación la realizó con base al Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) y la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE), obteniéndose en Airpass y beersales que na.StructTS y na.interp son los métodos más óptimos que generan un menor error, para google na.StructTS y ar.irmi son los métodos más adecuados y para SP na.approx, na.interp son los métodos que generan menor error [9]. Elissavet (2017) y los autores como Phan, Poisson Caillault, Lefebvre, y Bigand (2017) realizan un estudio sobre los datos faltantes en series de tiempo y métodos de imputación en las bases de datos Airpassenger, Beersales, Google, SP, en donde utiliza principalmente el paquete ImputeTS de R tanto para la imputación y evaluación de los diferentes métodos, obteniéndose en Airpassenger y Beersales que el mejor método es na.interp y na.approx, para google el mejor método es na.aggregate, en todos los conjuntos de datos, ya que el valor fracción de desviación estándar (FSD) de los métodos na.aggregate y na.locf siempre es igual a 2, porque usan el mismo valor para todos los datos. [7] [10]. Bokde, Kulat, Beck, y Asencio-Cortés (2016) utiliza el paquete imputeTestbench del software R para la variable temperatura promedio del aire registradas en Nottingham Castle [11]. Moritz & Bartz-Beielstein (2017) y explica el proceso del paquete imputeTS, obteniéndose que los métodos na.approx, na.interp y na.interpolation generan el menor error. [12].

En este estudio se propone el método de la Desviación Absoluta Media (MAD) para la detección de datos anómalos y su respectiva imputación de datos faltantes en la serie de tiempo sobre la velocidad de viento en las estaciones meteorológicas de San Juan y Tixán para el año 2016 de la Provincia de Chimborazo, utilizando el software R. Es una medida robusta de la variabilidad de una muestra univariante de datos cuantitativos. Este método en gran medida no es afectado por la presencia de anómalos en el conjunto de datos, aunque haya datos sesgados y más útiles para la detección de datos anómalos univariados [13]. El paquete imputeTestbench del software R proporciona un banco de pruebas para la comparación de los métodos de imputación de datos faltantes en series temporales univariadas. Los métodos de imputación se comparan utilizando diferentes métricas de error. Se pueden usar métodos de imputación propuestos y métricas de error alternativas [14].

El método MAD detectó un total de 216 (2.46%) datos anómalos en la estación meteorológica de San Juan y 88 (1.00%) en la estación meteorológica de Tixán y analizando la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE), error absoluto medio (MAE) y Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) para la imputación de datos faltantes el método de *na.interp* (R package *forecast*), *na.approx* (R package *zoo*) y *na.interpolation* (R package *imputeTS*) son óptimos para la imputación de datos faltantes en la velocidad de viento tanto para la estación meteorológica de San Juan y Tixán puesto que presentan menor error.

El estudio se realizó con las velocidades de viento promedios por hora en m/s, de enero a diciembre del año 2016 de las estaciones meteorológicas de San Juan y Tixán ubicadas a 3232 y 4240 m.s.n.m. respectivamente. Se contó con dos series temporales de 8784 datos por tratarse de un año bisiesto. Tixán se encuentra al centro de las microcuencas de los ríos Zula (SE) y Sibambe (NE) provocando viento predominantes con dirección estable hacia el este, mientras que San Juan está ubicado en la microcuenca del río Chibunga con vientos predominantes hacia el SE y aproximadamente en los meses de octubre a febrero variaciones compartidas hacia el SE y NO.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Datos anómalos

Para eliminar los datos anómalos para la serie temporal velocidad de viento de las dos estaciones meteorológicas de la provincia de Chimborazo se utilizó medidas robustas univariantes, en donde los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  son eficientes si no hay presencia de datos anómalos, es decir, si la base de datos está contaminada estos parámetros se pueden desviar de la detección deseada, por ello mediante la estandarización robusta de los datos  $x_i$  se los define como aquellas observaciones tales que:

$$\frac{|x_i - med(x)|}{Meda(x)} > 4,5 \quad (1)$$

donde  $med(x)$  es la mediana de las observaciones, que es un estimador robusto del centro de los datos, y  $Meda(x)$  es la mediana de las desviaciones absolutas  $|x_i - med(x)|$ , que es una medida robusta de la dispersión [15].

Los problemas de influencia de los datos dato anómalos sobre los parámetros se definen también como punto de quiebre (breakpoint), este punto es una medida de robustez de los estimadores contra anómalos, conocido como el menor

porcentaje de datos anómalos que pueden causar que un estimador tome valores arbitrariamente grandes, en consecuencia con esto se habla de la desviación mediana absoluta [16] [17].

**MAD (Desviación Mediana Absoluta)** es una medida robusta de la variabilidad de una muestra univariante de datos cuantitativos, también puede hacer referencia al parámetro de la población que se estima por el MAD calculada a partir de una muestra. Formalmente para un conjunto de datos univariados  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , se define como la mediana de las desviaciones absolutas con respecto a la mediana de los datos, es decir, a partir de los residuos (desviaciones) de la mediana de los datos, es decir es la mediana de los valores absolutos.

$$MAD = 1.483 \operatorname{median}_{i=1, \dots, n} |x_i - \operatorname{median}_{j=1, \dots, n}(x_j)| \quad (2)$$

(2) es un estimador robusto de localización y de propagación. Este método en gran medida no es afectado por la presencia de anómalos en el conjunto de datos, aunque haya datos sesgados. Lo interesante del método es que utiliza la mediana en vez de la media y la desviación estándar. La constante 1.483 es un factor de corrección que hace que el MAD sea imparcial (equitativo) en la distribución normal. A menudo, se suele utilizar reglas para detectar valores anómalos. La regla clásica se basa en el z-scores de las observaciones dadas por:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (3)$$

Más precisamente, la regla señala  $x_i$  como dato anómalo si  $|z_i|$  supera los 2.5. Relacionando robustos estimadores de localización y escala en  $z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$ , como la mediana y el MAD, se obtienen las puntuaciones robustas

$$\frac{x_i - \operatorname{median}_{j=1, \dots, n}(x_j)}{MAD} \quad (4)$$

en donde son más útiles para la detección de datos anómalos univariados [13].

### Código en R para detección de datos anómalos

```
outliersMAD<-function(data,
MADCutOff=2.5,replace=NA,values=FALSE,bConstant=1.4826,digits = 2){
  #Calcula el número de MADs absolutos de distancia para cada valor
  #formula: abs((x-median(x))/mad(x)
  absMADAWay<-abs((data-median(data,na.rm=T))/
```

```
mad(data,constant=bConstant,na.rm=T))
#Subconjunto de datos que tiene (absMADAWay) mayor que (MADCutOff) y
reemplazarlos estos con replace
#También puede reemplazar valores que no sean replace
data[absMADAWay>MADCutOff]<-replace
if(values==TRUE){
  return(round(absMADAWay,digits)) #Si los valores == TRUE, devuelve el
número de mads para cada valor
}else{
  return(round(data,digits)) #De lo contrario, devuelve valores con valores
anómalo reemplazados
}
}
```

## 2.2 Imputación de datos faltantes

Los valores faltantes en los conjuntos de datos son un problema conocido y hay un buen número de paquetes R que ofrecen funciones de imputación [9]. La imputación de series temporales univariadas usando R ofrecen una amplia gama de herramientas para contrarrestar dicho problema.

### 2.2.1 Descripción general de *imputeTestbench*

El paquete *imputeTestbench* usa simulaciones de la cantidad y el tipo de datos faltantes en un conjunto de datos completo y comparar el llenado de datos utilizando diferentes métodos de imputación [11]. El usuario tiene la opción de simular los datos faltantes eliminando observaciones completamente al azar o en bloques de diferentes tamaños [14].

Cinco funciones relevantes están incluidas en *imputeTestbench*. La función principal es *impute\_errors()* que se usa para evaluar diferentes métodos de imputación para los datos faltantes que se generan aleatoriamente a partir de un conjunto de datos completo. El método para generar datos faltantes para la imputación en la prueba o el conjunto de datos proporcionado por el usuario es de particular importancia y diferentes métodos que son proporcionados por la función *sample\_dat()*. Los métodos de evaluación para los datos imputados están en el *function error\_functions()*, las dos funciones restantes *plot\_impute()* y *plot\_errors()*, son usado para visualizar resultados y resúmenes de errores para los métodos de imputación. El paquete también permite usuarios para incluir métodos de imputación adicionales y funciones de error según sea necesario [9].

La función `impute_errors ()` incluye trece argumentos, esta función evalúa la precisión de los diferentes métodos de imputación basados en los cambios en la cantidad y el tipo de observaciones faltantes del conjunto de datos completo. Las funciones de imputación predeterminadas incluidas son: `na.approx ()` (zoo), `na.interp ()` (forecast), `na.interpolation ()` (imputeTS), `na.locf ()` (zoo) y `na.mean ()` (imputeTS), cabe mencionar que varios de los argumentos ya están predeterminados y no es necesario modificarlos.

```
impute_errors(dataIn = NULL, smps = "mcar",  
              methods = c("na.approx", "na.interp", "na.interpolation", "na.locf",  
                           "na.mean"),  
              methodPath = NULL, errorParameter = "rmse", errorPath = NULL,  
              blk = 50, blkper = TRUE,  
              missPercentFrom = 10, missPercentTo = 90, interval = 10,  
              repetition = 10, addl_arg = NULL)
```

El rendimiento de los métodos del paquete `imputeTestbench` para series temporales univariadas ("`na.approx`", "`na.interp`", "`na.interpolation`", "`na.locf`", "`na.mean`") se evaluó en la serie de tiempo de velocidad de viento. Se detallan brevemente las librerías con la que se trabajó y que también están dentro del paquete `imputeTestbench`.

```
library(forecast)  
tsdataSJ.I2<-na.interp(data)
```

La función `na.interp` de la librería `forecast` realiza interpolación lineal para series no estacionales y descomposición de tendencia estacional usando Loess (descomposición de STL) para reemplazar valores. Por lo tanto, este método está especialmente dedicado a datos fuertes y claros de estacionalidad [10].

```
library(zoo)  
tsdataSJ.I1<-na.locf(data)  
tsdataSJ.I1<-na.approx(data)
```

En la función `na.locf` de la librería R `zoo` cualquier valor faltante es reemplazado por el más reciente y no NA valor anterior, este método supone que el resultado no cambia después del último valor observado. Por lo tanto, no tiene un efecto de tiempo desde la última información observada, mientras que `na.approx` es función genérica para reemplazar cada NA con valores interpolados [17].



```
library(imputeTS)  
tsdataSJ.I1<-na.mean(data)  
tsdataSJ.I1<-na.interpolation(data)
```

La función `na.mean` reemplaza los NA por valores medios, diferentes medios como la mediana, la media, el modo posible.[18], mientras que `na.interpolation` hace la imputación de valores perdidos por interpolación. [19].

### 2.3 Evaluación de errores para la imputación de datos.

Para la evaluación de errores se consideró el MAPE y RMSE, dos métricas muy comunes. Agregar el MAPE como métrica de error es importante para los conjuntos de datos con una tendencia fuerte, el RMSE puede no ser la mejor métrica, pues depende de los requisitos de la aplicación específica (según lo especificado por un usuario) si RMSE o MAPE representan bien la calidad del algoritmo.

RMSE (Root Mean Square Error) es la raíz cuadrada de la media de los errores al cuadrado. El error cuadrático medio (RMSE) también llamado desviación cuadrática media es una medida de uso frecuente de la diferencia entre los valores pronosticados por un modelo y los valores realmente observados. Estas diferencias individuales son también llamadas residuos y el RMSE sirve para agregar en una sola medida la capacidad de predicción.

```
error.rmse<-impute_errors(tsdataSJ,errorParameter = "rmse")  
error.rmse
```

MAE (Mean Absolute Error) es la magnitud promedio de los errores de un ejercicio de pronóstico sin tener en cuenta su signo, es decir, el promedio de los valores absolutos de los errores calculados. MAE arroja un número que puede ser directamente interpretado puesto que la pérdida se encuentra en las mismas unidades de la variable de salida [20].

```
error.mae<-impute_errors(tsdataSJ,errorParameter = "mae")  
error.mae
```

MAPE: (Mean Absolute Percentage Error) mide el tamaño del error en términos porcentuales lo cual lo hace no dependiente de la escala. Se calcula como el promedio de los errores porcentuales sin tener en cuenta el signo. El uso de esta métrica está asociado a series de tiempo homogéneas e igualmente espaciadas.

La métrica es sensible a la escala y no debe ser utilizada en casos donde hay un bajo nivel de datos. Puesto que está dado en términos porcentuales, es más fácil de entender que los valores arrojados por otras métricas y por ello, es común que MAPE sea usada para comparar diferentes modelos de pronóstico con conjuntos de datos diferentes [20].

```
error.mape<-impute_errors(tsdataSJ,errorParameter = "mape")  
error.mape
```

La función `plot_errors ()` se puede usar para trazar resúmenes de las métricas de error para cada método utilizado en `impute_errors ()`. Esta función usa el objeto `errorprof` como entrada y devuelve un gráfico de error valores para comparar los diferentes métodos de imputación en el intervalo de datos faltantes [11].

### 3. Resultados y discusión

Se encontró un total de 216 (2.46%) datos anómalos en la estación meteorológica de San Juan y 88 (1.00%) en la estación de Tixán (Fig. 1), los mismos que deben ser separados para un posterior análisis conservándose el tiempo de la serie. En la Fig. 2 se muestra los datos de velocidad de viento después de aplicar el método MAD en R, es decir la base de datos libre de datos anómalos.

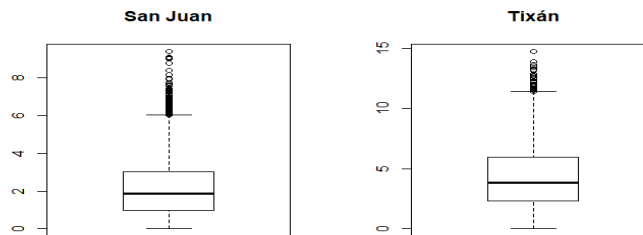


Fig. 1. Visualización de datos anómalos

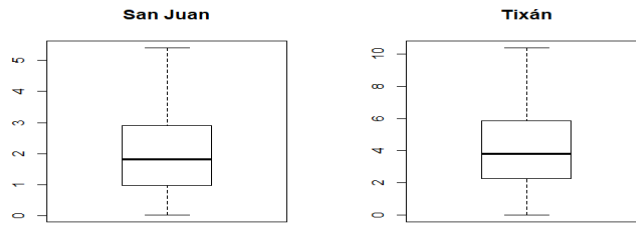


Fig. 2. Base de datos sin datos anómalos

Una vez hecha la limpieza de datos se procede a la imputación de datos faltantes (Fig. 3), en donde se visualiza la discontinuidad de las series, producto de los diversos problemas en la transmisión de los datos más la limpieza de dato anómalo.

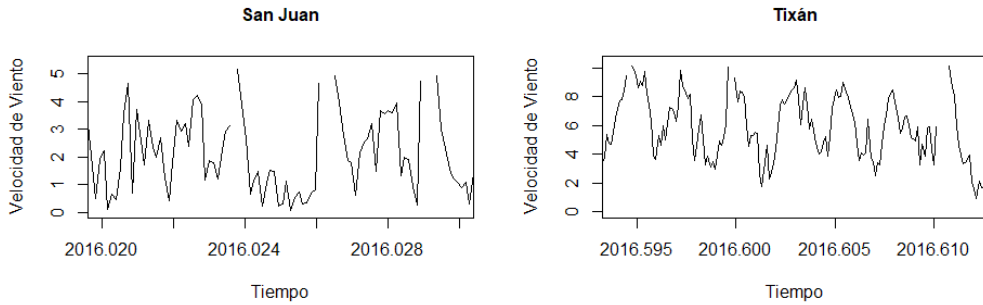
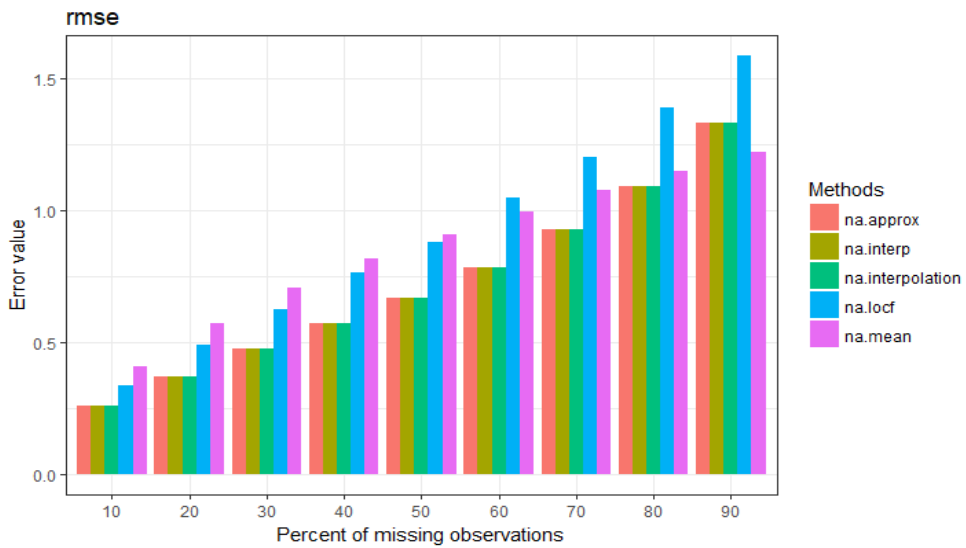


Fig. 3. Presencia de datos faltantes

De acuerdo al RMSE los métodos `na.approx` (R package `zoo`), `na.interp` (R package `forecast`) y `na.interpolation` (R package `imputeTS`) son óptimos para la imputación de datos faltantes en la velocidad de viento para las dos estaciones meteorológicas en estudio puesto que presentan menor error que los métodos `na.locf` (R package `zoo`) y `na.mean` (R package `imputeTS`) (Fig. 4).

## San Juan



## Tixán

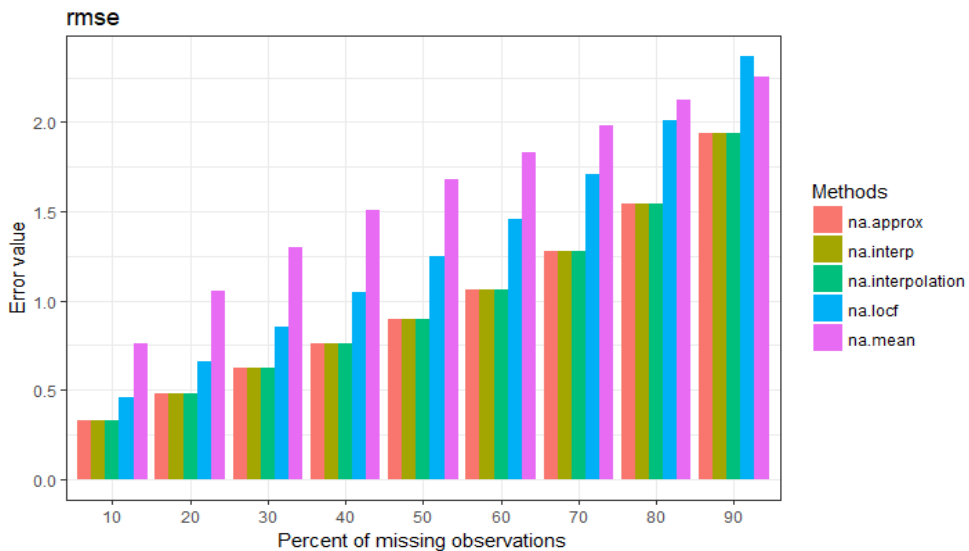
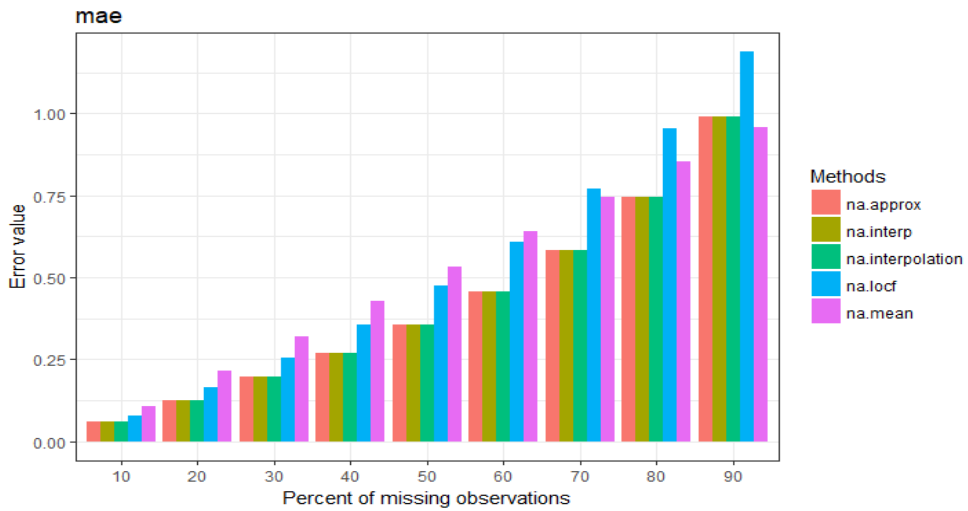


Fig. 4. Evaluación de errores para la imputación de datos faltantes con el RMSE.

De acuerdo al MAE los métodos na.approx (R package zoo), na.interp (R package forecast) y na.interpolation (R package imputeTS) son óptimos para la imputación de datos faltantes en la velocidad de viento para las dos estaciones meteorológicas puesto que presentan menor error que los métodos na.locf (R package zoo) y na.mean (R package imputeTS) (Fig. 5).

### San Juan



### Tixán

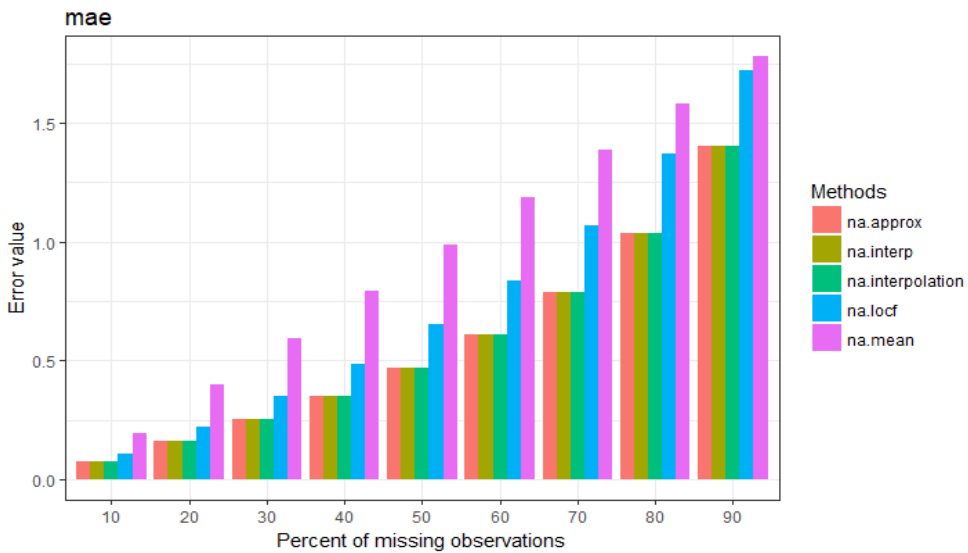
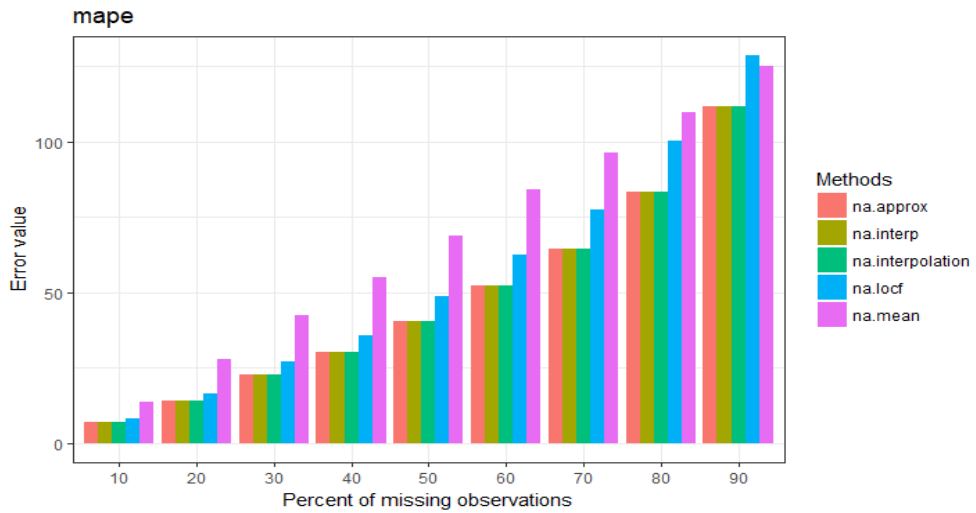


Fig. 5. Evaluación de errores para la imputación de datos faltantes con el MAE.

De acuerdo al MAPE los métodos na.approx (R package zoo), na.interp (R package forecast) y na.interpolation (R package imputeTS) son óptimos para la imputación de datos faltantes en la velocidad de viento para las dos estaciones meteorológicas puesto que presentan menor error que los métodos na.locf (R package zoo) y na.mean (R package imputeTS) (Fig. 6).

## San Juan



## Tixán

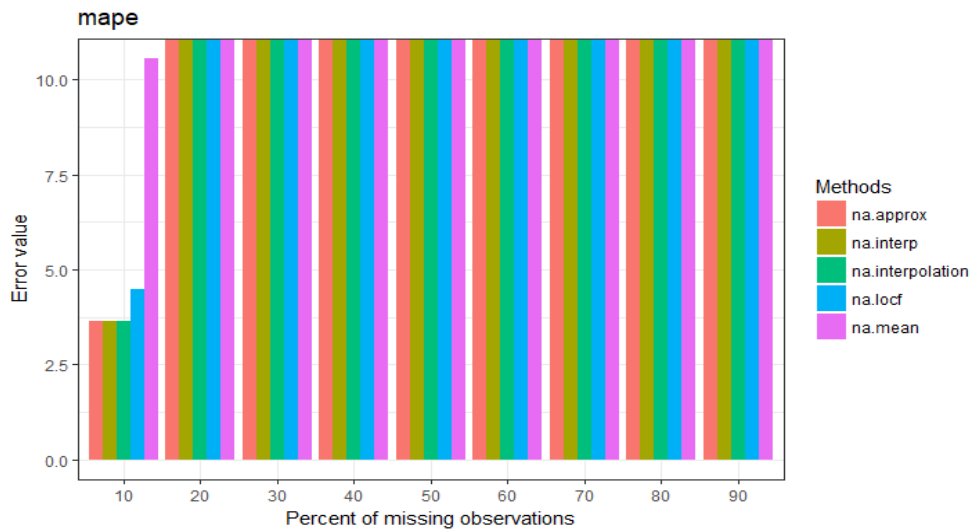


Fig. 6. Evaluación de errores para la imputación de datos faltantes con el MAPE.

Luego de aplicar cualquiera de los tres métodos para la imputación de datos faltantes con menor error en RMSE, MAE y MAPE se obtiene una gráfica donde se puede apreciar los datos faltantes y completos para las dos estaciones meteorológicas (Fig. 7).

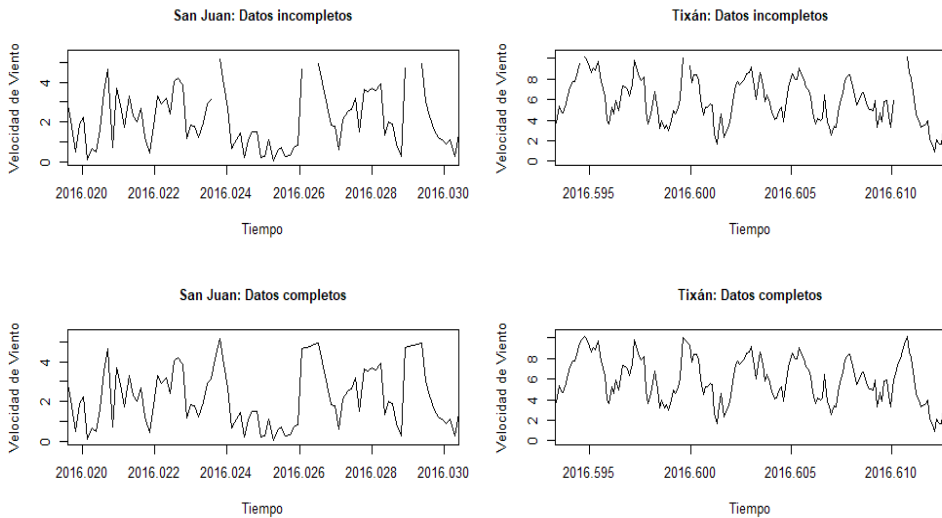


Fig. 7. Datos faltantes y completos de la serie de tiempo.

Una vez hecha la limpieza de datos anómalos e imputación de faltantes las series de tiempo de velocidad de viento están listas para el proceso de modelación y pronóstico, de este modo se puede asegurar estimaciones de parámetros y predicciones con mayor precisión que con la existencia de datos anómalos y faltantes.

#### 4. Conclusiones

El método robusto de la Desviación Mediana Absoluta (MAD) es más útil para la detección de datos anómalos univariados de velocidad de viento ya que no es afectado por la presencia de éstos aun teniendo la presencia de datos sesgados.

El diagrama de caja muestra de manera rápida la existencia de datos anómalos en la variable en estudio, al analizar con el método propuesto MAD se encontró un total de 216 (2.46%) de dichos datos en la estación meteorológica de San Juan y 88 (1.00%) en la estación de Tixán.

Analizando el RMSE, MAE y MAPE para la imputación de datos faltantes el método de `na.interp` (R package `forecast`), `na.approx` (R package `zoo`) y `na.interpolation` (R package `imputeTS`) son óptimos para la imputación de datos faltantes en la velocidad de viento tanto para la estación meteorológica de San Juan y Tixán puesto que presentan menor error.



El método para la detección de datos anómalos y los métodos para la imputación de datos faltantes son muy relevantes en la variable velocidad de viento, pero se recomienda aplicarlo en otras variables de diferentes estaciones meteorológicas con el fin de verificar o comprobar si los métodos para la imputación de datos faltantes empleados en este estudio serían los mismos.

La limpieza e imputación de datos para el análisis de series temporales es de vital importancia en la modelación con propósitos predictivos, ya que permite contrarrestar el sesgo en la estimación de parámetros y mejorar la precisión de las predicciones.

## Agradecimiento

Por medio del Dr. Rigoberto Muños y Dr. Celso Recalde se agradece al Centro de Investigación de Energías Alternativas y Ambiente (CEAA) por darnos la facilidad de hacer uso de los datos de velocidad de viento de las estaciones San Juan y Tixán.

## Referencias

1. R. Pino Diez, J. Parreño Fernández, P. Priore, y A. Gómez Gómez, «Pronóstico de la Velocidad y Dirección del Viento mediante Redes Neuronales Artificiales», 2004.
2. F. E. Grubbs, «Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples», *Technometrics*, vol. 11, n.º 1, pp. 1-21, feb. 1969.
3. S. Basu y M. Meckesheimer, «Automatic outlier detection for time series: an application to sensor data», *Knowl. Inf. Syst.*, vol. 11, n.º 2, pp. 137-154, feb. 2007.
4. R. Kaiser y A. Maravall, «Seasonal outliers in time series», 1999.
5. T. Galili y A. Venturini, «Time series outlier detection (a simple R function) | R-bloggers», 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.r-bloggers.com/time-series-outlier-detection-a-simple-r-function/>. [Accedido: 07-feb-2018].
6. J. López-De-Lacalle, «tsoutliers R Package for Detection of Outliers in Time Series», 2016.
7. R. K. Elissavet, «Missing Data in Time Series and Imputation Methods», 2017.
8. L. Campozano, E. Sánchez, A. Avilés, y E. Samaniego, «Evaluation of infilling methods for time series of daily precipitation and temperature: The case of the Ecuadorian Andes», *Maskana*, vol. 5, n.º 1, pp. 99-115, oct. 2015.
9. S. Moritz, A. Sardá, T. Bartz-Beielstein, M. Zaefferer, y J. Stork, «Comparison of different Methods for Univariate Time Series Imputation in R», oct. 2015.
10. T.-T.-H. Phan, É. Poisson Caillault, A. Lefebvre, y A. Bigand, «Dynamic time warping-based imputation for univariate time series data», *Pattern Recognit. Lett.*, ago. 2017.
11. N. Bokde, K. Kulat, M. W. Beck, y G. Asencio-Cortés, «R package imputeTestbench to compare imputations methods for univariate time series», ago. 2016.
12. S. Moritz y T. Bartz-Beielstein, «imputeTS: Time Series Missing Value Imputation in R», 2017.
13. P. J. Rousseeuw y M. Hubert, «Robust statistics for outlier detection», *Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov.*, vol. 1, n.º 1, pp. 73-79, ene. 2011.

14. M. W. Beck, «Title Test Bench for the Comparison of Imputation Methods», 2017.
15. D. Peña, Análisis de datos multivariantes. 2002.
16. F. R. Hampel, «A General Qualitative Definition of Robustness», Ann. Math. Stat., vol. 42, n.º 6, pp. 1887-1896, dic. 1971.
17. J. G. Moreno Castellanos, «Método de detección temprana de Outliers», Facultad de Ciencias, 2014.
18. A. Zeileis y G. Grothendieck, «zoo: S3 Infrastructure for Regular and Irregular Time Series», J. Stat. Softw., vol. 14, n.º 6, pp. 1-27, may 2005.
19. S. Weerasinghe, «A missing values imputation method for time series data: an efficient method to investigate the health effects of sulphur dioxide levels», Environmetrics, vol. 21, n.º 2, p. n/a-n/a, mar. 2009.
20. H. Junninen, H. Niska, K. Tuppurainen, J. Ruuskanen, y M. Kolehmainen, «Methods for imputation of missing values in air quality data sets», Atmos. Environ., vol. 38, n.º 18, pp. 2895-2907, jun. 2004.
21. J. Vélez Correa y P. Nieto Figueroa, «VALIDACIÓN DE MEDIDAS DE EVALUACIÓN PARA EL PRONÓSTICO DE LA TASA DE CAMBIO EN COLOMBIA», 2016.



# UTILIZACIÓN DE CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*) Y HARINA DE HABA (*Vicia faba*) EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT

(USE OF GUINEA PIG (*Cavia porcellus*) MEAT AND HABA (*Vicia faba*) FLOUR IN THE FRANKFURT SAUSAGE ELABORATION)

Cesar Iván Flores Mancheno<sup>1\*</sup>, Manuel Enrique Almeida Guzman<sup>1</sup>,  
Iván Patricio Salgado Tello<sup>1</sup>, Julio Enrique Usca Mendez<sup>1</sup>,  
Luis Gerardo Flores Mancheno<sup>1</sup>; Cristina Nataly Villegas Freire<sup>1</sup>,  
Jesenia de Lourdes Álvarez Villagómez<sup>1</sup>, Nidia Jimena Rodríguez Remache<sup>1</sup>

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

\*Correspondencia:0991684621, ifloresm1@yahoo.es (I, Flores)

## RESUMEN

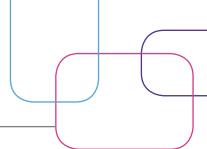
El objetivo de la investigación fue evaluar características físico-químicas, microbiológicas y de calidad sensorial de salchichas Frankfurt utilizando diferentes niveles de carne de cuy (55; 60 y 65 %) y harina de haba (5; 10 y 15 %), distribuidas bajo un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio. Mediante el análisis físico químico se determinó que la mejor formulación fue la elaborada con 65 % de carne y el 15 % de harina con contenidos de humedad de 56,39 %, proteína 15,01 % y grasa 14,93%. Las características sensoriales no se vieron afectadas por los niveles de carne de cuy y harina de haba, mostrándose aceptables para los catadores. Reportándose además la menor cantidad de coliformes totales de 81,33 UFC/g, al emplear 55% carne y 10% de harina, con ausencia de *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; Mohos, Levaduras y *Salmonella spp* en todos los tratamientos. El beneficio costo fue 1,80 empleando 55% de carne y 10% de harina. Se concluyó que las salchichas de carne de cuy constituyen un alimento de alto valor nutritivo, con buena aceptabilidad y calidad microbiológica, por lo que se recomienda elaborar salchicha Frankfurt con 65% de carne de cuy y 15% de harina de haba.

**Palabras Clave:** *Salchicha, Cuy, Habas, Sensorial, Microbiológico, Físico-Químico.*

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate physical-chemical, microbiological and sensory quality characteristics of Frankfurt sausages using different levels of guinea pig meat (55, 60 and 65%) and haba flour (5, 10 and 15%), distributed under a completely random design with combinatorial arrangement. Through physical and chemical analysis, it was determined that the best formulation was made with 65% meat and 15% flour with 56.9% moisture content, 15.01% protein and 14.93% fat. The sensory characteristics were not affected by the levels of guinea pig meat and bean meal, being acceptable to the tasters. Reporting also the lowest total coliforms of 81.33 CFU / g, using 55% meat and 10% flour, with the absence of *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; Molds, Yeasts and *Salmonella spp* in all treatments. The cost benefit was 1.80, using 55% meat and 10% flour. It was concluded that guinea pig meat sausages are a food of high nutritional value, with good acceptability and microbiological quality, so it is recommended to make Frankfurt sausage with 65% of guinea pig meat and 15% of haba flour.

**Keywords:** *Sausage, Guinea Pig, Habas, Sensory, Microbiology, Physical-Chemistry*



## 1. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*), es un mamífero roedor domesticado en la Región Andina de Sudamérica, donde ha sido utilizado principalmente como fuente de alimento, que ha tomado mucha fuerza en el mercado gastronómico nacional e internacional (1). El consumo de carne de cuy en el Ecuador está aproximadamente en 13 millones de cabezas anuales, a un peso promedio en pie de 2,1 Kg (2).

Entre las especies utilizadas en la alimentación del hombre andino, sin lugar a dudas el cuy constituye el de mayor popularidad. Este pequeño roedor está identificado con la vida y costumbres de la sociedad indígena, es utilizado también en medicina y hasta en rituales mágico religiosos. El hombre contemporáneo les da usos múltiples (mascotas, animal experimental) aunque su utilización en los andes, sigue siendo un alimento tradicional (3).

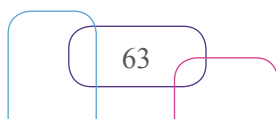
La carne de cuy es utilizada en la alimentación como fuente importante de proteína de origen animal con muy alta digestibilidad superior a otras especies, bajo contenido de grasas: colesterol y triglicéridos, alta presencia de ácidos grasos linoleico y linolenico esenciales para el ser humano que sus presencias en otras carnes son bajísimos o casi inexistentes (4).

El haba (*Vicia faba*) da nombre a la familia de las fabáceas, de la cual, es la especie tipo. Hoy en día, el haba se cultiva fácilmente en cualquier clima, es un cultivo de invernada a primaveral, que necesita un clima templado, en sitios con heladas muy rigurosas hay que retrasar la siembra hasta principios de primavera. Las habas se cosechan cuando todavía están tiernas, normalmente dos o tres meses después de plantarlas (5).

Las habas, especialmente en granos secos, son alimentos tradicionales con creciente demanda internacional, utilizadas principalmente en alimentación humana, con diversificación, valor agregado y como ingredientes alimenticios, por sus extraordinarias propiedades nutritivas (6).

Llamamos harina al producto obtenido por la molturación de los granos de cereales maduros y de otros productos ricos en almidón, básicamente se utiliza trigo, centeno, maíz, soja, avena, cebada, haba etc, La harina de Haba contiene un 6.284% humedad, 3.425% cenizas, 23.77% proteína, 1.82% de contenido de grasa y por ultimo 1.42% de fibra. (7).

Las salchichas se clasifican como embutidos escaldados y en su elaboración se



pueden usar carnes de muy diverso origen, lo que determina su calidad y precio, son de consistencia suave, elevada humedad y corta duración. Es indispensable un mezclador (cutter) para formar una emulsión y para ayudar a su formación se agrega hielo, reciben un tratamiento térmico que coagula las proteínas y le dan una estructura firme y elástica (8).

La poca información y el desconocimiento que existe de la industrialización de materias primas autóctonas de la región del país como el cuy (*Cavia porcellus*) y el Haba (*Vicia faba*) ha conllevado a que se elabore un derivado de la industria cárnica comúnmente conocido y consumido como es la salchicha, brindando una caracterización y evaluación de las propiedades tecnológicas para su elaboración, así como de las propiedades nutricionales que proporcionan a los consumidores, lo cual resulta de gran interés sociocultural, económico y de investigación para todos aquellos que trabajan y se encuentran inmersos en el campo agroindustrial, siendo el objetivo de la investigación el evaluar las características fisico-químicas, microbiológicas y de calidad sensorial de salchichas Frankfurt utilizando diferentes niveles de carne de cuy (55; 60 y 65 %) y harina de haba (5; 10 y 15 %).

## 2. Materiales y Métodos

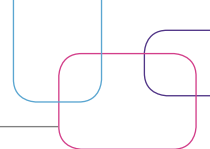
### 2.1 Localización y duración del experimento

La transformación y análisis se llevó a cabo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la ciudad de Riobamba que se encuentra ubicada a una altitud de 2754 m.s.n.m., el clima es templado seco con variaciones hacia el frío en las noches, la temperatura media anual es de 13,4 °C, posee una precipitación promedio de 200 – 500 mm/año (9).

El tiempo de duración de la investigación fue de 120 días, distribuidos en recepción de la materia prima, control de calidad, elaboración y transformación, evaluación microbiológica, fisicoquímica, sensorial, costos de producción, entre otros.

### 2.2 Unidades experimentales

Se utilizaron 54 unidades experimentales conformadas cada una por las salchichas elaboradas con diferentes niveles de carne de cuy y harina, siendo el tamaño de la unidad experimental de 2kg de masa.



### 2.3 *Tratamientos y diseño experimental*

Se evaluó el efecto de la utilización de diferentes niveles de carne de cuy (65, 60 y 55%) y harina de haba (5, 10 y 15%), en la elaboración salchicha, por lo que las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar, en un arreglo combinatorio, donde el factor A corresponde a los niveles de carne de cuy y el factor B a los niveles de harina de haba; y que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde

$Y_{ijk}$  = Valor estimado de la variable.

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto de los niveles de la carne de cuy.

$B_j$  = Efecto de la harina de haba.

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción (niveles de harina de algarrobo con el sexo).

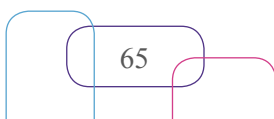
$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

### 2.4 *Formulación de Salchichas y técnicas de elaboración*

La elaboración de salchichas es una rama de la industria cárnica, activamente especializada, que requiere de la contribución de diversa y complicada maquinaria, de una secuencia técnica y de la asistencia profesional (10). Como primer paso se receptaron carnes magras con poco tejido conectivo, cumpliendo las condiciones deseadas para la elaboración al igual que la cadena de frío.

Con base en las técnicas de elaboración para productos escaldados establecidos por las normativas de la FAO – IICA (10) se realizó los niveles determinados en el trabajo experimental, reportados en las siguientes tablas:

Ingredientes	55%C.c y 5%H.h	55%C.c y 10%H.h	55%C.c y 15%H.h
Carne de cuy, g	749,00	749,00	749,00
Grasa, g	373,00	245,00	204,00
Hielo, g	373,00	232,00	204,00
Harina de haba, g	68,00	136,00	204,00
Sal, g	27,75	27,75	27,75
Fosfato, g	6,00	6,00	6,00
Sal nitro, g	6,00	6,00	6,00
Eritorbato, g	1,50	1,50	1,50





Ajo, g	6,00	6,00	6,00
Cebolla, g	6,00	6,00	6,00
Pimienta blanca, g	0,36	0,36	0,36
Condimento de salchicha, g	11,00	11,00	11,00

Tabla 1. Formulación de la salchicha con el 55 % de carne de cuy y el (5,10 y 15%) de harina de haba. (Flores *et al.*, 2016).

C.c: Carne de cuy; H.h: Harina de Haba

<b>Ingredientes</b>	<b>60%C.c y 5%H.h</b>	<b>60%C.c y 10%H.h</b>	<b>60%C.c y 15%H.h</b>
Carne de cuy, g	817,00	817,00	817,00
Grasa, g	232,00	204,00	164,00
Hielo, g	245,00	204,00	177,00
Harina de haba, g	68,00	136,00	204,00
Sal, g	27,75	27,75	27,75
Fosfato, g	6,00	6,00	6,00
Sal nitro, g	6,00	6,00	6,00
Eritorbato, g	1,50	1,50	1,50
Ajo, g	6,00	6,00	6,00
Cebolla	6,00	6,00	6,00
Pimienta blanca, g	0,36	0,36	0,36
Condimento sal, g	11,00	11,00	11,00

Tabla 2. Formulación de la salchicha con el 60 % de carne de cuy y el (5,10 y 15%) de harina de haba. (Flores *et al.*, 2016).

C.c: Carne de cuy; H.h: Harina de Haba

<b>Ingredientes</b>	<b>65%C.c y 5%H.h</b>	<b>65%C.c y 10%H.h</b>	<b>65%C.c y 65%H.h</b>
Carne de cuy, g	886,00	886,00	886,00
Grasa, g	177,00	164,00	136,00
Hielo, g	232,00	177,00	136,00
Harina de haba, g	68,00	136,00	204,00
Sal, g	27,75	27,75	27,75
Fosfato, g	6,00	6,00	6,00
Sal nitro, g	6,00	6,00	6,00
Eritorbato, g	1,50	1,50	1,50

Ajo, g	6,00	6,00	6,00
Cebolla, g	6,00	6,00	6,00
Pimienta blanca, g	0,36	0,36	0,36
Condimento de salchicha, g	11,00	11,00	11,00

Tabla 3. Formulación de la salchicha con el 65 % de carne de cuy y el (5,10 y 15%) de harina de haba. (Flores *et al.*, 2016).

C.c: Carne de cuy; H.h: Harina de Haba

En base a la formulación, las piezas de carne se cortaron en pequeños trozos, con la finalidad de que el proceso de picado y mezclado en el cutter sea más eficiente, obteniendo una pasta suave y homogénea en la cual se incorporó la proteína, sal, hielo, condimentos y los aditivos establecidos en la formulación. Obtenida esta pasta, se procedió al proceso de embutido utilizando fundas sintéticas, evitando que se formen bolsas de aire, por lo que el llenado de las tripas no fue ni excesivo ni blando, incidiendo también en el proceso de atado, ya que fue estable y firme, siendo de algodón, el hilo que se utilizó.

El proceso térmico de escaldado se lo realizó en recipientes con agua caliente a una temperatura de 80 °C, verificando que la temperatura interna de producto alcance los 70 °C, esto se realizará en un lapso de 15 minutos, pasado este tiempo se llevó a cabo el proceso de choque térmico, haciendo que la temperatura del embutido descienda bruscamente, para lo cual se utilizó un recipiente con agua y hielo, evitando alteraciones microbianas en el producto. El almacenado se realizó a temperatura de refrigeración (4 °C).

## 2.5 Mediciones experimentales

Para el control de parámetros físico químicos en la salchicha de carne de cuy y harina de haba se tomaron muestras de 125 gramos y se trasladaron a Servicios de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios (SETLAB) de la ESPOCH, y en base a los resultados reportados se realizaron los análisis estadísticos y la interpretación de resultados proteína (%), utilizó el método AOAC/kjeldhal (11), mientras que para el análisis de humedad (%), materia seca (%), contenido de Grasa (%), y ceniza (%), utilizó el método AOAC/Gravimétrico (11,12,13,14,15), en cambio para el pH utilizó el método AOAC/Colorimétrico (16).

Para el análisis de la calidad microbiológica de la salchicha se tomó 125 gramos, y llevadas a Servicios de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios (SETLAB) de la ESPOCH, para la determinación de *Escherichia coli* expresadas en UFC/g, para lo cual se utilizó placas Petrifilm AOAC991 (17), mien-

tras que para Coliformes Totales expresadas en UFC/g fueron en placas Petrifilm AOAC991.03 (18), en *Staphylococcus aureus* expresadas en UFC/g su método fue en placas Petrifilm AOAC2001.05 (19), por lo que los mohos y levaduras expresadas en UFC/g se utilizó placas Petrifilm AOAC997.02 (20), y finalmente para la *Salmonella* spp expresadas en UFC/g placas Petrifilm AOAC998.09 (21) y en base a los resultados reportados realizar el correspondiente análisis estadístico e interpretar sus resultados.

Se realizó la catación del producto con 25 catadores no entrenados en la que se utilizó la prueba triangular, mediante la norma ISO 4120:2006 (22), por la que se valoró el color, sabor, olor, textura, aplicando una escala de 1 – 5, donde 1 corresponde a demasiado bajo, 5 a demasiado alto y en base a los resultados reportados se realizó los análisis estadísticos y la interpretación de resultados.

### *2.6 Análisis estadísticos y pruebas de significancia*

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA) para la diferencia de medias en las variables bromatológicas, físicas y microbiológicas.
- Los resultados se realizaron en el programa InfoStat.
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia  $P < 0,05$  y  $P < 0,01$ .
- Estadísticas descriptivas para los resultados del análisis microbiológico.
- Los resultados se realizaron en el programa InfoStat.

## **3. Resultados y Discusión**

### *3.1 Evaluación de las características*

Cada embutido tiene unas características propias que son debidas tanto a los distintos ingredientes empleados en su elaboración como al proceso tecnológico utilizado (23).

El estudio de la emulsión es importante, porque ésta es un sistema inestable de los cuales resulta la separación de las grasas y agua siendo éste uno de los principales problemas en la elaboración y conservación de emulsiones cárnicas, ya que se debe asegurar la estabilidad fisicoquímica del producto, y en las salchichas de cualquier especie, la formación y estabilidad de la emulsión determina su calidad (24).

Las características físicas, químicas y microbiológicas de la salchicha elaborada con carne de cuy y harina de haba se reportan en las tablas 4 y 5.

## VARIABLES

Niveles carne cuy, %	de	Niveles de harina de haba, %	Humedad, %		Materia seca, %		Proteína, %	Grasa, %		Ceniza, %		
		5	55,95	de	44,05	ab	13,06	e	16,52	A	3,65	a
		10	55,53	e	44,47	a	14,13	bc	15,31	Cd	3,54	ab
55		15	55,53	e	44,47	a	14,19	b	15,13	E	3,63	a
		5	56,63	bc	43,37	cd	13,66	cd	15,86	B	3,51	ab
		10	56,23	cd	43,77	bc	13,30	de	15,40	Cd	3,44	ab
60		15	56,03	d	43,97	b	14,37	b	15,00	F	3,22	ab
		5	58,39	a	41,62	e	14,31	b	15,55	Bc	3,02	b
		10	56,74	b	43,26	d	14,56	ab	15,24	D	3,46	ab
65		15	56,39	bcd	43,62	bcd	15,01	a	14,93	F	3,66	a
E.E			0,10		0,10		0,10		0,07		0,11	
Prob.			<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		0,0152	

Tabla 4. Evaluación de la calidad físico – química de la salchicha, evaluando la interacción del empleo de diferentes niveles de carne de cuy (cavia porcellus) y varios niveles de harina de haba (vicia faba), (Flores *et al.*, 2016).

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas. Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey

## VARIABLES

Niveles carne cuy, %	de	Niveles de harina de haba, %	pH	Coliformes totales (UFC/g)		
		5	6,54	a	92,33	a
		10	6,50	a	69,33	b
55		15	6,49	a	94,33	a
		5	6,52	a	88,33	a
		10	6,49	a	85,33	a

60		15	6,50	a	70,33	b
		5	6,47	a	94,33	a
		10	6,44	a	87,33	a
65		15	6,43	a	81,33	ab
E.E.			0,03		2,77	
Prob.			0,0611		<0,0001	

Tabla 5. Evaluación de la calidad microbiológica de la salchicha, evaluando la interacción del empleo de diferentes niveles de carne de cuy (*cavia porcellus*) y varios niveles de harina de haba (*vicia faba*), (Flores *et al.*, 2016).

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas. Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

## 3.2 Análisis Proximal

### 3.2.1 Humedad

Al establecer el efecto de la interacción en la medias determinadas presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), correspondiéndole el mayor contenido de humedad con 58,39 % cuando se utilizó 65 % de carne de cuy con 5% de harina de haba, en cambio con las mezclas de 55 % -10% y 55 % -15% de carne de cuy y harina de haba respectivamente presentaron los menores contenidos de humedad con valores de 55,53 %; los resultados encontrados guardan relación con los requerimientos reportados por el INEN. (1996), en la norma NTE INEN 776 donde se indica que el contenido de humedad en la salchicha debe ser entre 55 y 65 %, para ser considerada de buena calidad (24). Evitando así convertirse en un medio idóneo para el crecimiento de patógenos, ya que, si existe la suficiente humedad, los micrococos y las levaduras pueden formar una capa mucilaginososa, pero cuando es menor los mohos pueden producir una pelusa sobre la superficie modificando la apariencia (25). Por otra parte, este resultado obtenido supone el adecuado manejo tecnológico que posee la harina de haba para procesos de industrialización en derivados cárnicos ya que la retención de agua es el idóneo para este proceso como se puede corroborar con estudios realizados en salchichas con alto relativo contenido de fibra (26).

### 3.2.2 Materia Seca

El contenido de materia seca de la salchicha, por el efecto de los diferentes niveles de carne de cuy y harina de haba, mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), siendo el mayor tratamiento con las mezclas al 55 % -10% y 55

% -15 % de carne de cuy y harina de haba respectivamente con el cual se obtuvo un 44,47 %, por lo tanto los menores contenidos de materia seca con 41.62 % cuando se utilizó el 65 % de carne de cuy y 5% harina de haba; observándose que a menor contenido de carne de cuy y mayor proporción de harina de haba el contenido de materia seca se eleva, en concordancia con los resultados de investigaciones que demuestran que la carne de cuy es una de las más saludable con altos niveles de humedad y bajos contenidos de materia seca (28,45 %) (27).

### 3.2.3 *Proteína*

La interacción entre niveles de carne de cuy y harina de haba presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), observándose que la mayor cantidad de proteína fue al emplear el 65% de carne de cuy y el 15 % de harina de haba con 15,01 % en la elaboración de la salchicha y el menor contenido de proteína fue con el 55 % de carne de cuy y el 5 % de harina de haba con valores de 13,06 %; resultados que guardan relación con los requerimientos mínimos (12 al 14 %) que debe aportar de proteína los productos cárnicos (28).

### 3.2.4 *Grasa*

Las medias del contenido graso en la salchicha por efecto de la interacción mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), teniendo el mayor contenido de grasa en el tratamiento con el uso de los 55 % de carne de cuy y 5 % de harina de haba, con 16,52 %; por lo cual los menores contenidos grasos con las mezclas de 65 % de carne de cuy y 15% de harina de haba con un 15 %; presentando una relación con los requerimientos mínimos (9,56 %.) presentes en salchichas de calidad (29).

### 3.2.5 *Cenizas*

Por efecto de la interacción el contenido de cenizas mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,01$ ), entre los tratamientos, por lo que se observó el mayor contenido de cenizas con el 3,65% al emplear 55% de carne de cuy con el 5% de harina de haba, con respecto que al utilizar el 65 % Carne de cuy y 5 %Harina de haba, con 3,02 %, a lo cual se señala que el contenido de cenizas determina la cantidad de materia inorgánica presente en un embutido o el total de minerales presentes en el alimento procesado; cabe mencionar que la evaluación del valor nutricional del producto, sirve como un método de preparación para posteriores análisis individuales de minerales, como calcio, sodio, potasio, magnesio, fósforo (30).

### 3.2.6 pH

Por efecto de la interacción en la salchicha, no registraron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos teniendo valores que van de 6,43 a 6,54, mostrados con las mezclas 65-15% y 55-5 %, de carne de cuy y harina de haba respectivamente, el cual presenta una tendencia tipo neutro, es decir con menos acidez y por ende proliferación bacteriana, considerando que el pH óptimo es de 4,5 a 6,4 % (29).

### 3.3 Análisis Microbiológicos

#### 3.3.1 Coliformes Totales, UFC/g

La presencia de coliformes totales en la salchicha elaborada con diferentes niveles de carne de cuy y la harina de haba, registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de su interacción, por cuanto la carga de coliformes encontradas variaron entre 69,33 y 94,33 en las salchichas elaboradas con las mezclas de 55 - 15 % y 65 - 5 % de carne de cuy y harina de haba, respectivamente; valores que a pesar de ser diferentes estadísticamente se encuentran por debajo de los valores permitidos, donde se indica que en la salchicha la cantidad de coliformes totales no deben sobrepasar de  $10 \times 10^3$  UFC/g (31), lo que demuestra que el producto elaborado es apto para el consumo, además los coliformes son denominados microorganismos indicadores de la calidad microbiana o indicadores de la durabilidad.

#### 3.3.2 *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; Mohos y Levaduras y *Salmonella spp.*, UFC/g

En la evaluación de la presencia de bacterias del tipo *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; Mohos y Levaduras y *Salmonella spp.*, fueron favorables ya que existió ausencia total de estos géneros mejorando la calidad del producto, y denotando la calidad de materia prima e higiene con la que se elaboró el producto (31).

#### 3.3.3 Evaluación Sensorial

Los parámetros sensoriales de la salchicha elaborada con carne de cuy y harina de haba se reportan en la tabla 6.

Niveles de carne de cuy	Niveles de harina de haba	Color	Sabor	Olor	Textura
55	5	1,00	1,00	1,20	1,00
	10	1,20	1,00	1,00	1,00
	15	1,20	1,40	1,60	1,20
60	5	1,20	1,20	1,00	1,00
	10	1,00	1,40	1,40	1,00
	15	1,00	1,40	1,60	1,00
65	5	1,20	1,20	1,40	1,00
	10	1,20	1,40	1,60	1,00
	15	1,20	1,60	1,60	1,00
H.		1,17	4,83	7,57	0,52
Prob.		0,9080	0,4506	0,2172	0,4345

Tabla 6. Características organolépticas de la salchicha elaborada con diferentes niveles de carne de cuy (*cavia porcellus*) y varios niveles de harina de haba (vicia faba).

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.  
Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.  
Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

### 3.3.3.1 Color

Los valores estadísticos obtenidos son similares ( $P > 0,05$ ) en la combinación de carne de cuy y harina de haba empleados en todos los tratamientos, siendo 1,00 a 1,20 los rangos mínimo y máximo presentes en el producto respectivamente, valores que representan a un color rojo – pálido, encontrándose dentro de la aceptabilidad del consumidor ya que es semejante a y dando a denotar que la coloración está directamente relacionada con el proceso de decoloración que sufre el producto durante el procesamiento y almacenamiento como resultado de reacciones bioquímicas entre los compuestos naturales de la carne, tales como la mioglobina, la hemoglobina, el oxígeno y la acción de agentes externos tales como los nitratos y nitritos (32).

### 3.3.3.2 Sabor

En cuanto al sabor de la salchicha no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), aunque numéricamente se registró una puntuación que va entre 1,00 a 1,60 puntos, lo que demuestra que el sabor está entre agradable



a ligeramente desagradable, quizás esto se deba a que los sabores atrayentes que son captados por células especializadas de la lengua, paladar blando y parte superior de la faringe en productos cárnicos se derivan de la grasa presente en la materia prima, por lo que la salchicha elaborada presentó un sabor característico ya que a comparación de otras especies utilizadas para la elaboración de derivados cárnicos la carne de cuy presenta un alto contenido de proteína y bajo en grasa (33).

### 3.3.3.3 Olor

Las características del olor no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), por efecto de las cantidades de carne de cuy y harina de haba utilizados, ya que se registró calificaciones entre 1,00 a 1,60 puntos correspondiendo a un olor ligeramente fuerte, puntuaciones que pueden deberse a que la carne de cuy tiene un olor característico fuerte a lo contrario de la harina de haba posee un olor suave y muy agradable.

### 3.3.3.4 Textura

En el análisis estadístico de la variable textura de la salchicha no existió ninguna variación dado como resultado una calificación de 1, 00 que representa un producto de textura suave característico de la salchicha, ya que la textura depende del tamaño de los haces de las fibras en que se encuentran divididos longitudinalmente el músculo por los septos perimisios del tejido conectivo (34).

### 3.3.4 Análisis Económico

Los mejores beneficios- costos fueron de 1,80 USD y 1,79 USD (80 y 79%), con el nivel del 55 % de carne de cuy y el 15 y 10 % de harina de haba, principalmente al ser contrastados con los del tratamiento del 65 % de carne de cuy con niveles del 5 y 10 % de harina de haba con una rentabilidad del 61 y 63 % (1,61 USD y 1,63 USD).

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

- En las diferentes formulaciones que se realizaron se puede mencionar que se logra la mayor eficiencia en cuanto a proteína con el 15,01 %, con el uso del

65 % de carne cuy y el 15 % de harina de haba, en tanto que las características organolépticas evaluadas como son color, sabor, olor y textura del producto terminado, no se afectaron estadísticamente, por efecto de las cantidades de carne de Cuy y los diferentes niveles de harina de haba evaluados, considerándolo con un producto de buena aceptación en el mercado.

- En el análisis económico al aplicar los diferentes niveles de carne cuy y harina de haba, se determinó el mejor beneficio costo de 1,80; lo mismo que representa una rentabilidad neta del 80% o lo mismo que quiere decir un retorno del 0,80 USD, con el tratamiento del 55 % Cc y 15 % Hh.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Para la elaboración de Salchicha Frankfurt se recomienda la utilización del 65% de carne de cuy y el 15% de Harina de Haba, ya que se pudo obtener un mejor contenido proteico, cenizas, pH Y reducción de grasas.
- Promover el consumo de materia prima autóctona en lo que se refiere al cuy y a la harina de Haba, ya que contiene un alto contenido nutritivo y su consumo promoverá la economía de la localidad.
- Realizar diferentes estudios sobre la utilización de la carne de cuy y la harina de haba para así poder diversificar el mercado a nivel internacional.

## Referencias

1. Avilés D, Landi V, Delgado J, Martínez A. 2014. El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy. AICA, 38-40.
2. Avilés D, Landi V, Delgado J, Martínez A. 2014. El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy. AICA, 38-40.
3. INEC. [Página principal en Internet], Quito: INEC; 2012 [actualizada en marzo de 2015; acceso marzo 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.inec.gob.ec>
4. INIAP. [Página principal en Internet], Quito: INIAP; 2010 [actualizada en marzo de 2013; acceso marzo 2015]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/Manual\\_%20cuyes.pdf](http://www.iniap.gob.ec/Manual_%20cuyes.pdf)
5. Flores-Orbe J. Evaluación de la adición de 3 niveles (1%,2%,3%) de residuos de pimiento (*capsicum annum*) en cobayos (*cavia porcellus*) en la fase de destete al engorde. [Tesis de posgrado]. Latacunga: UTC; 2016.
6. FEN. [Página principal en Internet], Galicia: FEN; 2016 [actualizada en enero de 2017; acceso abril 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/haba.pdf>
7. Asmat, R. Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de haba (vicia faba), en la elaboración de galletas fortificadas usando panela como edulcorante. [Tesis de posgrado]. Chimbote: Universidad Nacional del Santa; 2016.
8. Bermudez A., Montes V, Rendón M. 2008. Estudio de la calidad protéica y del contenido de energía metabolizable del haba (vicia faba). *Química* 7: 4-5
9. Obando-Llarrera M. Diagnóstico del nivel de formación profesional de los guías turísticos

- especialidad naturalista que operan en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo. [Tesis de posgrado]. Riobamba: UNACH; 2010.
10. IICA. Fichas técnicas de procesamiento de carnes. Prodar. [Internet]. 2011 [citado 10 febrero 2014]; 1: 7-9. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au165s.pdf>
  11. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de proteína. AOAC. 1: 346.
  12. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de humedad. AOAC. 1: 342
  13. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de materia seca. AOAC. 1: 348
  14. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de grasa. AOAC. 1: 400
  15. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de ceniza. AOAC. 1: 345
  16. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de Ph. AOAC. 1: 229
  17. Arreola J. 2012. Determinación del pH y acidez de los embutidos. Márquez, 20-21
  18. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de Escherichia coli. AOAC. 1: 125
  19. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de Coliformes Totales. AOAC. 1: 120
  20. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de Staphylococcus aureus. AOAC. 1: 130
  21. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de Mohos y levaduras. AOAC. 1: 120
  22. International Organization for Standardization. 2004. Análisis Sensorial Prueba Triangulo. ISO. 1:240
  23. Jimenez F, Carballo J. 2000. Principios básicos en la elaboración de embutidos. Mapama. 4: 9-11.
  24. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2014 [actualizada en enero de 2015; acceso febrero 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/uploads/downloads/2013/11/nte\\_inen\\_776.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_776.pdf)
  25. IFQ. Microorganismos y alimentos. Leoda. [Internet]. 2011 [citado 20 marzo 2014]; 1: 7-9. Disponible en: [http://www.epralima.com/infoodquality/materiais\\_espanhol/Manuais/3.Microorganismos\\_y\\_alimentos.pdf](http://www.epralima.com/infoodquality/materiais_espanhol/Manuais/3.Microorganismos_y_alimentos.pdf)
  26. Hernández S, Vera N. Efecto de la adición de harina de cáscara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. [Internet]. 2015 [citado 19 enero 2015]; 4: 02-08. Disponible en: <file:///C:/Users/IVAN/Downloads/Dialnet-Efecto-DeLaAdicionDeHarinaDeCascaraDeNaranjaSobreLa-3646470.pdf>
  27. Pinedo E. 2013. Composición de la carne de cuy. Raza Perú 1: 2-3
  28. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2012 [actualizada en enero de 2013; acceso enero 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/ACO/17122014/nte-inen-1338-3r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-1338-3r.pdf)
  29. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2014 [actualizada en enero de 2015; acceso febrero 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/uploads/downloads/2013/11/nte\\_inen\\_776.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_776.pdf)
  30. Nelson D. 2006. Principios de Bioquímica. Lehninger, 50-70.
  31. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2015 [actualizada en abril de 2016; acceso abril 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte\\_inen\\_1529-8.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_1529-8.pdf)
  32. Pinzón L, Zapata J, Ordoñez L. 2015. Análisis de los parámetros de color en salchichas Frankfurt adicionados con extracto oleoso de residuos de Chontaduro (Bactris Gasipaes). Conicyt 26: 45-49.
  33. Lawrie R. Ciencia de la carne. Vol 4. 10ª ed. Zaragoza: Acribia; 1897
  34. Forrest J. Fundamentos de la ciencia de la carne. Vol 2. 4ª ed. Zaragoza: Acribia; 2009

# USO DE NIVELES DE HARINA DE HABA (*Vicia faba*), CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*), CULTIVOS INICIADORES (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*), COMO UNIDADES DE FERMENTACIÓN

(USE OF LEVELS OF HABA FLOUR (*Vicia faba*), GUINEA PIG MEAT  
(*Cavia porcellus*) AND STARTER CULTURES (*Lactobacillus casei* and  
*Bifidobacterium bifidum*), AS FERMENTATION UNITS)

Cesar Iván Flores Mancheno<sup>1\*</sup>, Manuel Enrique Almeida Guzmán<sup>1</sup>,  
Iván Patricio Salgado Tello<sup>1</sup>, Luis Gerardo Flores Mancheno<sup>1</sup>,  
Cristina Nataly Villegas Freire<sup>1</sup>, Tania Marisol Pilataxi Pacheco<sup>1</sup>,  
Nidia Jimena Rodríguez Remache<sup>1</sup>

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

\*Correspondencia:0991684621, ifloresm1@yahoo.es (I, Flores)

## RESUMEN

El objetivo fue la evaluación físico-química y microbiológica del efecto de cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) con diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10%) en la fermentación de la carne de cuy, aplicando un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, tres repeticiones por tratamiento y un tamaño de unidad experimental de 250 gramos para cada uno. El análisis físico-químico demostró diferencias estadísticas al nivel de significancia  $P < 0,05$  utilizando *Lactobacillus casei* con 10 % de harina de Haba en las variables, contenido de proteína y humedad, alcanzando un 21,06% y 41,13%, al igual que en el contenido de ácido láctico con 0,88 % y un pH de 5,36, a las 72 horas, mientras que la actividad de agua no registró diferencias estadísticas, alcanzando valores entre 0,967 y 0,959. Los análisis microbiológicos determinaron un incremento de bacterias ácido lácticas presentando ausencia de *Estafilococcus aureus* y *Escherichia coli*. Por lo que se recomienda utilizar el cultivo iniciador *Lactobacillus casei* con 10% de harina de haba por cuanto se obtiene mejores características para la elaboración de un embutido fermentado a nivel físicoquímico y microbiológico, obteniendo un costo de producción de 3,32 USD, que es un resultado sostenible en comparación con los demás tratamientos.

**Palabras claves:** Cultivo iniciador, Cuy, Harina de Habas, Microbiológico, Físico-Químico.

## ABSTRACT

The objective was the physical-chemical and microbiological evaluation of the effect of starter cultures (*Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium bifidum*) with different levels of Haba flour (0, 5 and 10%) in the guinea pig meat fermentation, applying a completely design randomly with bi-factorial arrangement, three repetitions per treatment and an experimental unit size of 250 grams for each. The physico-chemical analysis showed statistical differences using *Lactobacillus casei*

with 10% Haba flour in the variables protein and humidity, reaching 21.06% and 41.13%, as well as in the content of lactic acid with 0.88 % and a pH of 5.36, at 72 hours respectively, while the water activity did not register statistical differences, reaching values between 0.967 and 0.959. The microbiological analyzes determined an increase of lactic acid bacteria presenting absence of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Therefore, it is recommended to use the *Lactobacillus casei* starter culture with 10% of bean meal in order to obtain better characteristics for the elaboration of a fermented sausage at a physicochemical and microbiological level, obtaining a production cost of USD 3.32, which is a sustainable result compared to the other treatments.

**Key words:** *Starter culture, Guinea pig, Haba flour, Microbiology, Physical-Chemistry.*

## 1. Introducción

Los avances tecnológicos constantemente se están orientando a la satisfacción de las necesidades de los consumidores. La industria cárnica por su parte debido a que en la actualidad muchas personas prefieren productos sanos y nutritivos que sean beneficiosos para la salud tiende a la necesidad de emplear cultivos iniciadores en la fermentación de los alimentos ayudando a desarrollar y mejorar las características organolépticas del producto asegurando la calidad (1).

Algunas teorías evolucionistas consideran que el consumo de alimentos ricos en proteína, energía y minerales, como lo son las carnes, fue uno de los factores clave que permitió la evolución del cerebro humano. Pero el tener acceso frecuente a esta carne, muchas veces era imposible de no contar con métodos que ayudaran a preservarla por algún tiempo (2).

Esta necesidad, promovió el desarrollo de métodos de conservación como la salazón (en seco o salmuera), el ahumado (en frío o caliente), etcétera. Esto porque nuestros antepasados entendieron que tanto el salado, como la desecación o la deshidratación, disminuyen el contenido de agua de los alimentos y modifican su percepción sensorial. Gracias a esto, la cantidad de agua del alimento que queda disponible para los microorganismos se reduce hasta tal punto, que los microorganismos quedan inactivos o mueren. Otros métodos que limitan el desarrollo de bacterias y hongos, es la adición de nitratos, compuestos bactericidas del humo, o los presentes en algunas plantas o semillas (albahaca, orégano, pimienta, etc.) (1,2).

La fermentación es igualmente un método tradicional, que favorece la conservación de alimentos (los embutidos fermentados), donde por competencia, o por la producción de compuestos derivados de su metabolismo (por ejemplo, el ácido láctico o ciertas bacteriocinas) grupos de microorganismos excluyen el crecimiento de otros (2).

La carne de cuy comparada con la de otras especies brinda una elevada calidad en cuanto a proteína y un bajo porcentaje de grasa siendo recomendada para infantes en crecimiento, mujeres embarazadas, personas de edad avanzada y deportistas (3).

La carne de cuy es magra; con un contenido de grasa menor al 10 %, alto contenido de proteínas y bajo en colesterol y sodio es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada apta para todos los grupos poblacionales, desde niños hasta ancianos, y en diversas situaciones fisiológicas, como, por ejemplo, el embarazo o la lactancia (4).

El haba al igual que otras leguminosas como el frijol, garbanzo, lenteja, es una fuente importante para la alimentación. Su importancia radica en el valor proteínico que en comparación con otras fuentes como el maíz y frijol es superior. El valor nutricional depende de la variedad, las condiciones climáticas, edáficas y la genética de las semillas. La proteína en *Vicia faba* representa alrededor de 24 -32 g, grasa 1,4 g, carbohidratos totales 60.40 g (5).

Los cultivos iniciadores no sólo contribuyen al desarrollo de las características organolépticas de los alimentos, sino que generan en los mismos; ambientes poco favorables para el desarrollo de microorganismos patógenos por el descenso del pH por la fermentación microbiana de los cultivos, disminución del actividad de agua ayudando a la estabilidad y al bajo riesgo sanitario, contribuyendo de esta manera a obtener embutidos fermentados con excelentes características nutritivas Las bacterias ácido lácticas preservan los alimentos como resultado de un conocimiento competitivo producto de su metabolismo y de la producción de bacteriocinas. Es por esto que desempeñan un papel importante en las fermentaciones de alimentos, pues ocasionan los cambios de sabores característicos y ejercen un efecto preservativo sobre los productos fermentados (6).

Las Bacterias ácido lácticas constituyen la microbiota mayoritaria de los embutidos fermentados curados, con recuentos finales superiores a 10<sup>7</sup> UFC/g (7).

*Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus* y *Lactobacillus plantarum* son las especies mayoritarias en embutidos ácido, siendo *L. sakei* la predominante en embutidos fermentados curados de baja acidez (8).

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. - Desnaturalización de las proteínas, permitiendo: i) la coagulación proteica a un pH próximo al punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas y, consecuentemente, el desarrollo de la textura y cohesión características de este tipo de producto; ii) la reducción de la capacidad de retención de agua por parte de las proteínas cárnicas, hecho que acelera el proceso de secado. - Inducción de las reacciones de reducción de nitratos y nitritos a óxido nítrico, aportando el color deseado de producto curado. - Modulación de las reacciones enzimáticas que contribuyen al desarrollo del aroma y flavor. (8,9).

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Unidades Experimentales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron 6750 gramos de la mezcla de carne de cuy y diferentes niveles de harina (0, 5 y 10)% de haba, con un tamaño de la unidad experimental de 250 gramos, con tres repeticiones cada uno, dando un total de 27 unidades experimentales, las mismas que fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial.

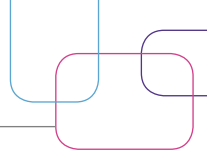
### 2.2 Tratamientos y diseño experimental

En la presente investigación, se evaluó la adición de cultivos iniciadores *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*, y tres niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, siendo 0% el control, con tres repeticiones cada una en una mezcla de carne cuy. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (D.C.A) en arreglo bifactorial donde el factor A estuvo constituido por los cultivos iniciadores y el factor B de niveles de harina de haba.

### 2.3 Análisis Proximal

El estudio de las características físico químicas de la mezcla de carne de cuy y harina de haba implicó tomar 125 gramos de muestra y se determinó Contenido de proteína (%) mediante el método AOAC/kjeldhal (10), mientras que se utilizó el método AOAC/Gravimétrico para el contenido de grasas (%) (11), Humedad (12), Actividad de Agua (13), pH (14), Ácido Láctico (%) (15).





## 2.4 Análisis Microbiológico

Para el análisis de la calidad microbiológica de la salchicha se tomó 125 gramos, y llevadas a Servicios de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios (SETLAB) de la ESPOCH, para la determinación de *Escherichia coli* expresadas en UFC/g, para lo cual se utilizó placas Petrifilm AOAC991 (16), mientras que para Coliformes Totales expresadas en UFC/g fueron en placas Petrifilm AOAC991.03 (17), en *Staphylococcus aureus* expresadas en UFC/g su método fue en placas Petrifilm AOAC2001.05 (18).

## 2.5 Análisis Económico

Se utilizó el indicador Beneficio/Costo para determinar la utilidad económica del producto.

## 2.6 Análisis Estadístico y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos se tabularon en el programa Excel Office 2010, los mismos que fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

*Análisis de varianza (ADEVA)* para la diferencia de medias en las variables físico-químicas y microbiológicas se procesó en el Software estadístico SPSS versión 21.0.

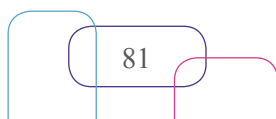
*Separación de medias* de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia  $P \leq 0,05$ .

El esquema de análisis de varianza (ADEVA), se empleó para incrementar los grados de libertad del error y el nivel de confiabilidad.

# 3. Resultados y Discusión

## 3.1 Contenido de proteína (%)

El mayor contenido de proteína fue a las 72 horas de fermentación con un valor de 21,06% al utilizar *Lactobacillus casei* y 10% de harina de haba, este valor se debe a la adición de harina de haba y a la carne de cuy que es rica en proteínas (20,30%), registrándose diferencias estadísticas con relación a los demás tratamientos, obteniéndose los menores contenidos en las mezclas que incluye *Bifidobacterium bifidum* y 5% de harina de haba y la mezcla de los dos cultivos *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium* con 10% de harina haba con 20,34 %. Valores que son superiores al nivel de referencia del INEN, que indica que el requisito mínimo del contenido de proteína es de 12% en los productos crudos (19). El





contenido de proteína difiere de la línea de cuyes que vayan a ser utilizados, en los cuales resaltan la carne de cuy Criollo (20).

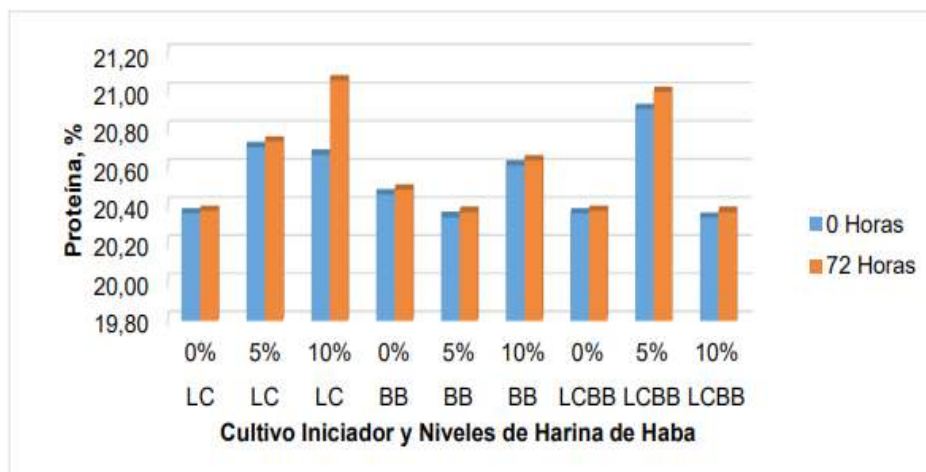


Fig. 1. Contenido de proteína en la fermentación de la mezcla de carne de cuy con adición de *Lactobacillus casei* y diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, a las 0 y 72 horas.

### 3.2 Porcentaje de Grasa (%)

La carne de cuy es magra; con un contenido de grasa menor al 10 %, alto contenido de proteínas y bajo en colesterol y sodio es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada apta para todos los grupos poblacionales (21).

El contenido de grasa no difiere estadísticamente, según Tukey  $P \leq 0,05$  entre los tratamientos estudiados, por lo que se puede señalar que la utilización de cultivos iniciadores en la fermentación de carne de cuy y diferentes niveles harina de haba no modifica el contenido graso debido a bajos niveles de grasa que contienen la carne y la harina, sin embargo a las 0 horas en el tratamiento que posee *Lactobacillus casei* y 10% de harina de haba se obtuvo el valor más alto con 7,63%, mientras que a las 72 horas en el tratamiento con *Lactobacillus casei* y la mezcla de los dos, *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum* con el 5% de harina de haba se registró el 7,00%, siendo el nivel más bajo.

Valores que son inferiores al nivel de referencia de la normativa nacional donde indica que el requisito máximo del contenido de grasa es de 15% en los productos crudos (19).

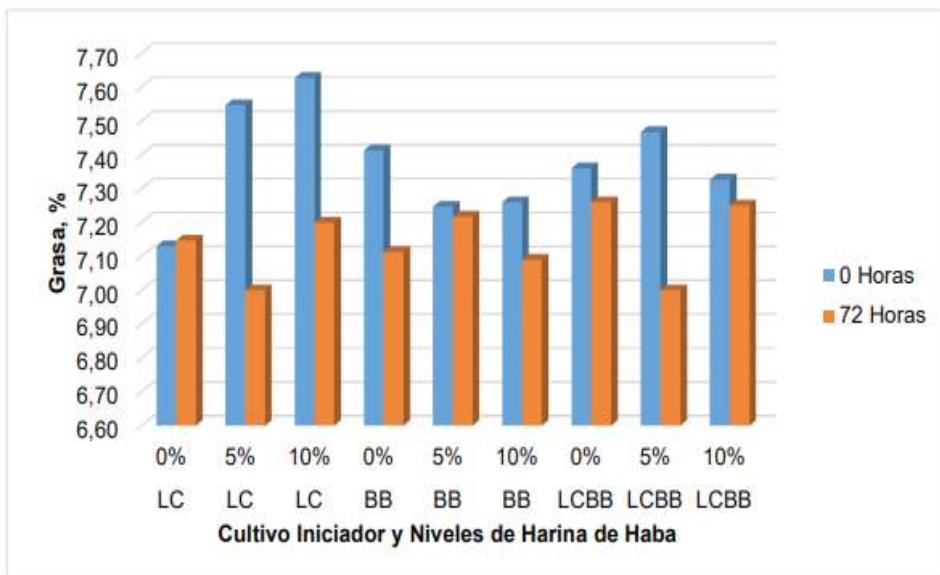


Fig. 2. Porcentaje de grasa en la fermentación de la mezcla de carne de cuy con adición de cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) y diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, a las 0 y 72 horas.

### 3.3 Humedad %

El contenido de humedad difiere estadísticamente entre tratamientos estudiados, registrándose valores inferiores de 43,99% a las 24 horas, 42,51% a las 48 horas y a las 72 horas de 41,13% al utilizar *Lactobacillus casei* con el 10% de harina, reportándose el valor más alto a las 0 horas sin inclusión de harina de haba cuyo valor fue de 46,01% manifestando que la reducción del contenido de humedad es directamente proporcional al tiempo y al incremento de harina, es decir, durante el lapso que avanza el proceso de fermentación se observa disminución de la misma. Los resultados de la presente investigación son similares a estudios que arrojan valores entre 29,92% y 38,97% obtenido en una evaluación de las características físico- químicas y microbiológicas de salami de tipo italiano (22) y siendo menores a los reportados en la canal de cuy (23,24)

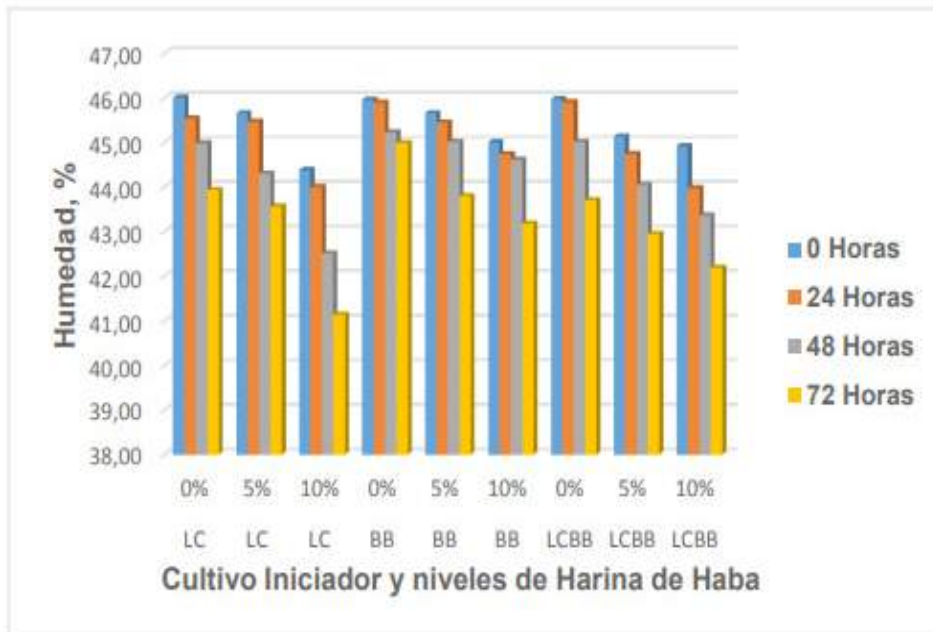


Fig. 3. Porcentaje de Humedad en la fermentación de la mezcla de carne de cuy con cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) y diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, a las 0, 24, 48 y 72 horas.

### 3.4 Actividad de Agua, ( $A_w$ )

La actividad de agua no presenta diferencias significativas entre mezclas evaluadas, sin embargo se registraron diferencias numéricas, obteniendo a las 0 horas presentándose un valor de 0,97 con *Lactobacillus casei* y 5% de harina de haba, mientras que a las 24 horas arrojaron valores de 0,97 al utilizar cada uno de los cultivos y la mezcla de los dos con el 5% de harina de haba, a las 48 y 72 horas se obtuvo un resultado de 0,96 al aplicar la mezcla de los dos cultivos y la adición del 5% de harina de haba. Valores que son inferiores en investigaciones que reportan un valor de 0,98 obtenidos de la evaluación de *Lactobacillus Sakei* empleado en la maduración de salami de cerdo (25), y similares con 0,960 obtenido al evaluar las características físico-químicos y microbiológicos de salami tipo italiano (22).

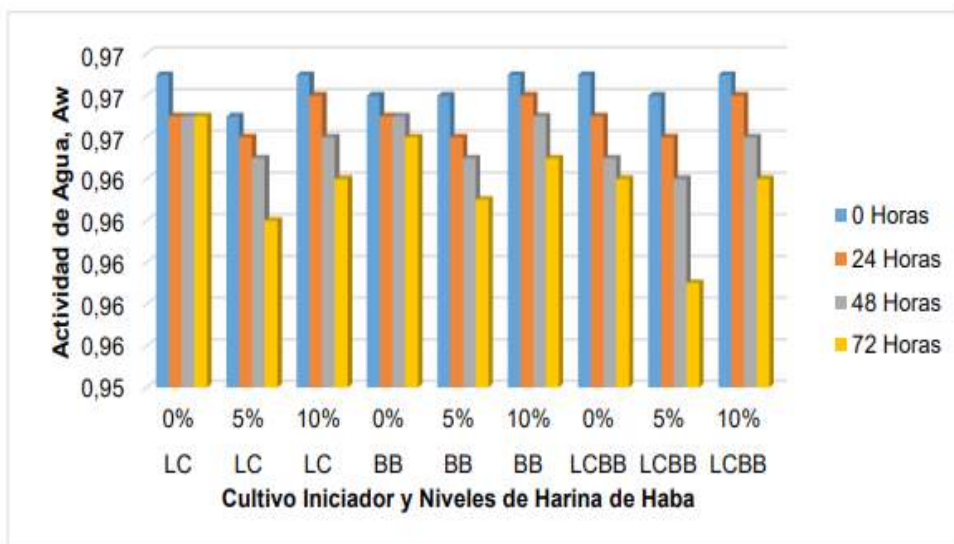


Fig. 4. Actividad de agua en la fermentación de la mezcla de carne de cuy con cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) y diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, a las 0, 24, 48 y 72 horas.

### 3.5 pH

El valor inicial de pH fue de 6,25, descendiendo a 5,51 a las 24 horas empleando *Lactobacillus casei* con 10% de harina de haba, mientras que a las 48 horas se reportó un valor de 5,48 utilizando *Lactobacillus casei* con 5% de harina, mientras que con la mezcla de los dos cultivos sin adición de harina, del mismo modo a las 72 horas el pH fue 5,36 utilizando *Lactobacillus casei* y 10% de harina, determinándose diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre las medias. Estos valores son similares al determinar el efecto de *Lactobacillus sakei* y *Staphylococcus carnosus* en la proteólisis y su característica sensorial en salchichas fermentadas (25), ya que a las 72 horas se notó una disminución de pH de 6,0 a 4,54 con la mezcla de los dos cultivos iniciadores, existiendo un incremento progresivo del contenido de ácido láctico registrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, obteniéndose un valor inicial de 0,40% al utilizar *Lactobacillus casei* sin harina de haba, a las 24 horas 0,60% con *Bifidobacterium bifidum* y el 10% de harina, seguido de un valor de 0,78% a las 48 horas con la aplicación de 10% de harina y la mezcla de los dos cultivos iniciadores y finalmente obteniendo un valor de 0,88% como el mayor con *Bifidobacterium bifidum* y 5% de harina de haba valores que son similares de 0,86% a las 72 horas de fermentación al evaluar el uso de cultivo iniciador *Lactobacillus*, en un embutido tipo salami (26), notándose que mientras hubo un descenso progresivo del pH se incrementó la acidez en

relación al tiempo por influencia de las bacterias ácido lácticas en todos los tratamientos debido a la influencia de las bacterias ácido lácticas en la fermentación.

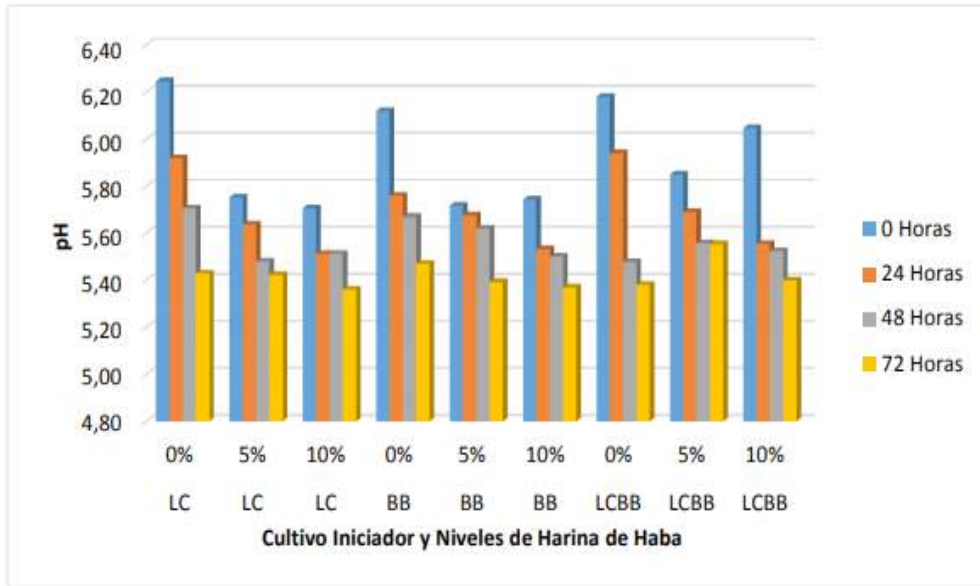


Fig. 5. pH en la fermentación de la mezcla de carne cuy con cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) y diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, a las 0, 24, 48 y 72 horas.

### 3.6 Ácido Láctico

Se presentó un incremento progresivo del contenido de ácido láctico en relación al tiempo, registrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, obteniéndose un valor inicial de 0,40% al utilizar *Lactobacillus casei* sin harina de haba a las 24 horas, un valor de 0,60% con *Bifidobacterium bifidum* más el 10% de harina, seguido de un valor de 0,78% a las 48 horas con la aplicación de 10% de harina y la mezcla de los dos cultivos iniciadores y finalmente obteniendo el valor más elevado de 0,88% con la utilización de *Bifidobacterium bifidum* y 5% de harina de haba.

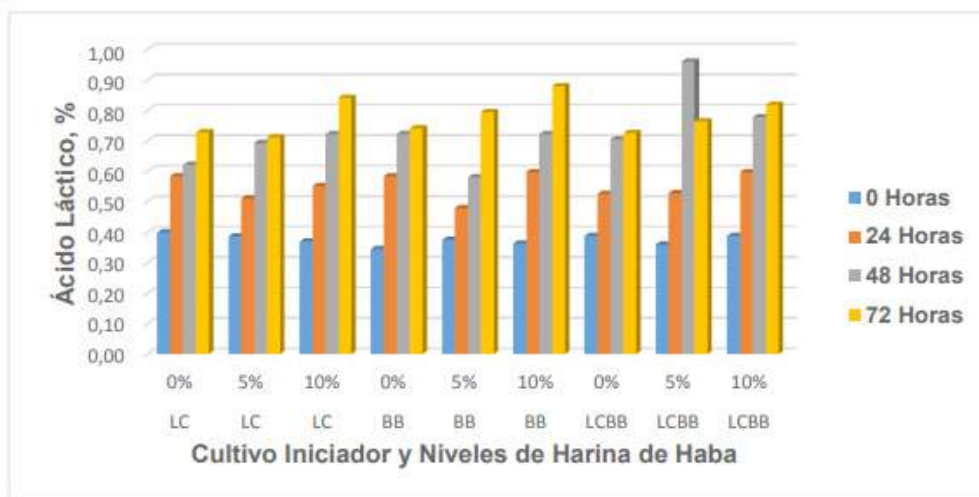


Fig. 6. Porcentaje de ácido láctico en la fermentación de la mezcla de carne cuy con cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) y diferentes niveles de harina de haba (0, 5 y 10) %, a las 0, 24, 48 y 72 horas.

### 3.7 *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum* vs *Escherichia coli*, *Estafilococcus aureus* y *Coliformes totales*

En cuanto a la viabilidad de los cultivos iniciadores, el mejor tratamiento para el crecimiento de la población de *Lactobacillus casei* se obtiene al utilizar el 10% de harina de haba que registrando valores de 92,00 UFC/g a las 0 horas, 1162,00 UFC/g a la 24 horas, 1205,00 UFC/g a las 48 horas y finalmente a las 72 horas se logró alcanzar un valor de 1340,00 UFC/g, mientras que el crecimiento de población de *Bifidobacterium bifidum* fue menor registrando 594,00 UFC/g a las 72 horas con 10% de harina; a diferencia de la mezcla de *Lactobacillus casei* mas *Bifidobacterium bifidum* que obtuvo 925,00 UFC/g a las 0 horas y 1256,00 UFC/g a las 72 horas de fermentación, finalmente el recuento de los microorganismos patógenos en el proceso de fermentación de la mezcla de carne de cuy y harina de haba, presentó diferencias significativas de acuerdo a la prueba Tukey  $P \leq 0,05$ , registrándose ausencia total en todos los tratamientos de *Escherichia coli* al igual que en *Estafilococcus aureus* siendo bacterias de rápido crecimiento y amplia distribución, compartiendo características de los Gram positivos, agregando algunas características (27, 28), a diferencia de los *Coliformes totales*, en los cuales se reportó medias entre 50,00 y 15,00 UFC/g a las 72 horas de su análisis respectivo, los valores reportados de bacterias patógenas se encuentran debajo del límite máximo permitido para productos crudos (29). Factores como el pH y la temperatura juegan un papel muy importante en la viabilidad de las bacterias ácido lácticas (30).

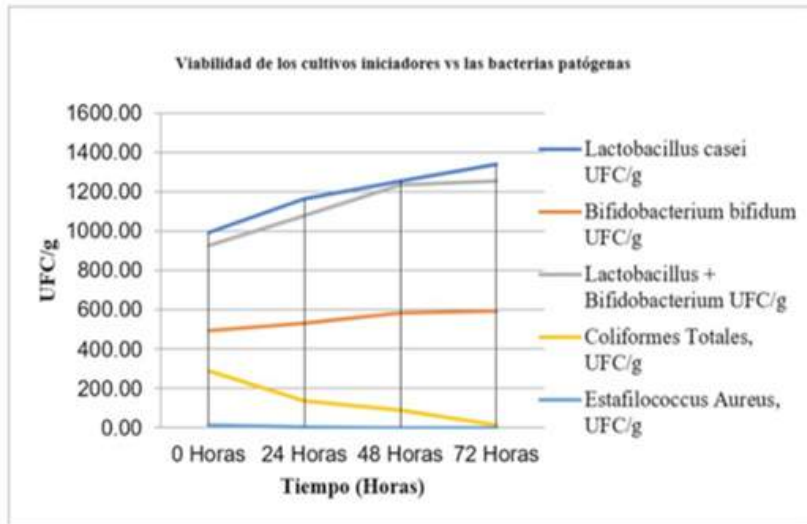


Fig. 6. Viabilidad de los cultivos iniciadores (*Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) vs las bacterias patógenas en la fermentación de la mezcla de carne de cuy con diferentes niveles de harina de haba (0,5 y 10) % a las 0, 24, 48 y 72 horas.

#### 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

Al evaluar el efecto de los cultivos iniciadores en la fermentación de la carne de cuy y harina de haba, se puede mencionar que el mayor contenido de proteína 21,06% se obtuvo a las 72 horas al emplear *Lactobacillus casei* con el 10% de harina de haba, el menor contenido de grasa se presentó con *Lactobacillus casei* y la mezcla de los dos (*Lactobacillus + Bifidobacterium*) con 5% de harina de haba a las 72 horas (7,00%) , el menor contenido de humedad fue de 41,13% al emplear *Lactobacillus casei* y 10% de harina, la actividad del agua (aw) fue de 0,96 agua al utilizar *Lactobacillus + Bifidobacterium* y 5% de harina de haba, el valor de pH fue 5,36 con *Lactobacillus casei* y 10% de harina de haba, el contenido de ácido láctico 0,88 % con *Bifido bacterium bifidum* y 10 % de harina a las 72 horas.

La mayor población se registró al emplear *Lactobacillus casei* y 10% de harina de haba obteniendo un valor de 1340,00 UFC/g a las 72 horas, a diferencia de



los patógenos que existió una disminución progresiva en todos los tratamientos estudiados reportando ausencia total de *Estafilococcus aureus* y *Escherichia coli* mientras que el análisis de *Coliformes totales* arrojó un valor 41,00 UFC/g como el más alto de todos los tratamientos al aplicar *Bifidobacterium bifidum* sin adición de harina de haba.

Económicamente resulta sostenible la inclusión del cultivo iniciador *Lactobacillus casei* y 10% de harina de haba ya que el costo de producción fue de 3,32 dólares a diferencia de los demás tratamientos con menores niveles de harina de haba más *Bifidobacterium* y la mezcla de los dos cultivos resulta un mayor costo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden realizar la siguiente recomendación:

Elaborar diferentes productos cárnicos utilizando la mezcla de carne de cuy con el cultivo iniciador *Lactobacillus casei* y 10% de harina de haba ya que se obtuvieron excelentes resultados físico químicos y microbiológicos.

## Referencias

1. Rubio, R., Jofré, A., Martín, B., Aymerich, T., Garriga, M. Characterization of lactic acid bacteria isolated from infant faeces as potential probiotic starter cultures for fermented sausages. Food Microbiology. [Internet]. 2014. [Citado el 10 de enero 2018]; 38: 303-311. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002013001548?via%3DIihub>
2. López H., Braña D., Hernández I. Estimación de la vida de anaquel de la carne. [Internet]. Primera Edición. Ajuchitlán, Colón Querétaro: Editor M. en B. Luis Humberto López Hernández; octubre 2013. [Citado 14 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/21.%20Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20Vida%20de%20Anaquel%20de%20la%20Carne.pdf>
3. Argote F, Cuervo R. 2012. Agroindustrialización de la carne de cuy. Ockham. 2: 217-218
4. Samaniego, D. Utilización de glucono delta lactona (gdl), en la elaboración de un snack cárnico fermentado, secado y madurado (salami). [Tesis de posgrado]. Riobamba: ESPOCH; 2014.
5. Olvera J, Sánchez R, Ochoa R, Rodríguez F, Ortega C, Palacios H, Carrillo L, et al. 2001. Ciencia del Cuy. Claridades Agropecuarias. 93: 1-32
6. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2015 [actualizada en abril de 2016; acceso abril 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/ACO/17122014/n-te-inen-1338-3r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/n-te-inen-1338-3r.pdf)
7. Erkkilä S, Petäjä E, Eerola S, Lilleberg L, Suihko, M. 2001. Flavour profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures. Claridades Agropecuarias. Meat Science 58: 111-116
8. Rubio-Moreno R. Productos cárnicos fermentado-curados funcionales y seguros. Nueva vía de ingestión de probióticos. [tesis doctoral]. Gerona: Universitat de Girona; 2014.
9. 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.



10. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de proteína. AOAC. 1: 346.
11. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de grasa. AOAC. 1: 360
12. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de humedad. AOAC. 1: 356
13. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de actividad de agua. AOAC. 1: 359
14. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de pH. AOAC. 1: 360
15. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de ácido láctico. AOAC. 1: 362
16. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de *Escherichia coli*. AOAC. 1: 125
17. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de Coliformes Totales. AOAC. 1: 120
18. Association of official analytical chemists. 1990. Determinación de *Staphylococcus aureus*. AOAC. 1: 130
19. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2014 [actualizada en enero de 2015; acceso febrero 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/rte\\_056\\_m\\_1.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/rte_056_m_1.pdf)
20. Flores I, Cira D, Iván S. Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado Cien. Agri. [Internet]. 2017 [citado septiembre 2017]; 14: 39-45. Disponible en: <http://repositorio.upte.edu.co/handle/001/1750>
21. Santos V. 2007. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. Arch. Latinoamérica de Producción Animal. 15: 216-217.
22. Thomé, B. 2014. Avaliação físico-química e microbiológica de salame tipo italiano. UESC. 1: 2-5
23. Aro J, Gallegos, E. 2013. Efecto de cultivos iniciadores en la proteólisis y su característica sensorial en salchichas fermentadas. Rev In. Altoandinas. 1: 13 – 22. Perú.
24. Bañón, S, Serrano R, Bedia M. Use of Micrococcaceae combined with a low proportion of Lactic Acid Bacteria as a starter culture for salami stuffed in natural casing. En: CyTA-J, editores. Journal of Food. Vol 12. 2ª ed. Newark: CyTA; 2014. p. 130-132.
25. Apráez J, Fernández L, Hernández A. 2008. Efecto del empleo de forrajes y alimentos no convencionales sobre el comportamiento productivo, rendimiento y calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*). Rev. Vet. Zootec. 2: 29-34.
26. Malavé A, Córdova L, García A, Méndez J. 2013. Rev. MVZ Córdoba. 18: 3452-3458.
27. Andrade M. 2016. *Escherichia coli*, identificación de viro tipos. bvsops. 4: 49-68.
28. Sejía V. 2008. Etiopatogenia microbiológica. Etiopatogenia Microbiológica. CEFA. 16: 255-272.
29. INEN. [Página principal en Internet], Quito: INEN; 2014 [actualizada en enero de 2015; acceso febrero 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/ACO/17122014/n-te-inen-1338-3r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/n-te-inen-1338-3r.pdf)
30. Ramírez J. 2010. Evaluación de la viabilidad según iso 7889/idf 117 de los cultivos iniciadores *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus* en yogurt y helado en almacenamiento y validación de un método para la enumeración del probiótico *Bifidobacterium Lactis*. TEC-Dos Pinos. 1: 11-12.

# ACARICIDAS SINTÉTICOS Y NATURALES PARA EL CONTROL DE VARROA EN COLMENAS *Apis mellifera*

(SYNTHETIC AND NATURAL ACCARICIDES FOR VARROASIS CONTROL IN HIVES *Apis mellifera*)

Paula Alexandra Toalombo Vargas\*, Hermenegildo Díaz Berrones, Julio César Benavides Lara, Alex Arturo Villafuerte Gavilánez, José Vicente Trujillo Villacís, Luis Rafael Fiallos Ortega, Christian Javier Pomagualli Chafra

Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior de Chimborazo, EC060155.

\*Correspondencia. 0992926111, ptoalombo@epoch.edu.ec (P./Toalombo Vargas)

## RESUMEN

En la Estación Experimental Tunshi Facultad de Ciencias Pecuarias, se evaluó el efecto acaricida de tres productos orgánicos ácido oxálico (T1), aceite esencial de romero (T2) y diatomita (T3), frente a un grupo control (T0) en abejas *Apis mellifera* en 12 colmenas tipo Langstroth conformada por una alza, con una duración de 60 días, a intervalos de siete días para la aplicación de cada tratamiento. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar, para el análisis de los datos se utilizó el estadístico Tukey ( $P \leq 0.05$  y  $P \leq 0.01$ ). Al finalizar el experimento se determinó que existieron diferencias estadísticas significativas entre T0 y T1, T2, T3 pos-tratamiento. Por lo que se determinó que las mejores respuestas acaricidas en colmenas fueron con T1 y T3, mediante los cuales se alcanzó los mejores promedios respectivamente: menor número de varroas caídas/día (1.80, 1.67), menores porcentajes de infestación tanto en abejas adultas (2.61 y 2.88 %), como en cría operculada (2.65 y 4.76 %), eficacia en el control de Varroasis (50.39 y 44.08 %), y los más bajos costos por colmena tratada de 5.87 y 5.48 USD.

**Palabras clave:** *Apis mellifera*, ácido oxálico, aceite esencial de romero, diatomita, Varroasis, acaricida.

## ABSTRACT

At the Estación Experimental Tunshi Facultad de Ciencias Pecuarias, the acaricidal effect of three organic products oxalic acid (T1), rosemary essential oil (T2) and diatomite (T3) was evaluated against a control group (T0) in *Apis mellifera* bees in 12 Langstroth hives consisting of a hike, with a duration of 60 days, at intervals of seven days for the application of each treatment. The experimental units were distributed under a Completely Randomized Design, for the analysis of the data the Tukey statistic was used ( $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ ). At the end of the experiment it was determined that there were significant statistical differences between T0 and T1, T2, T3 after treatment. Therefore, it was determined that the best acaricidal responses in hives were with T1 and T3, through which the best averages were reached respectively: lower number of varroa fallen / day (1.80, 1.67), lower percentages of infestation in both adult bees (2.61 and 2.88%), as in operculated breeding (2.65 and 4.76%), efficacy in the control of Varroasis (50.39 and 44.08%), and the lowest costs per treated hive of 5.87 and 5.48 USD.

**Key words:** *Apis mellifera*, oxalic acid, rosemary essential oil, diatomite, Varroasis, acaricidal.

## 1. Introducción

Las abejas son fundamentales para los apicultores y de gran importancia en la agricultura, ya que intervienen en la polinización un proceso esencial para el desarrollo agrícola, ya que contribuyen con más del 25% de la polinización de esta manera se obtienen productos para consumo. La polinización y producción de miel son las principales actividades apícolas (1).

El sector apícola ha enfrentado problemas como abeja africanizada, el cambio climático global, falta de capacitación y organización de los apicultores, enfermedades como la varroasis y las loques, aunado al intermediarismo y competencia en el mercado internacional, lo que ha ocasionado inestabilidad del sector apícola(1, 2). Más del 75 % de los apicultores son campesinos de bajos recursos que complementan sus ingresos con la apicultura y por lo general tienen menos de 100 colmenas (1, 3). Este perfil de productor no corresponde a una logística empresarial, lo cual dificulta la obtención de datos fidedignos sobre utilidades, pues no llevan registros de producción, ni de gastos de producción e ingresos. Pocos son los productores y empresas que han invertido en la diferenciación del producto, estrategias y canales de comercialización de la miel (4).

En Ecuador, la mayor población de colmenas se encuentra en los Andes Ecuatorianos, la llegada de las abejas europeas causó un gran impacto en la supervivencia de las abejas nativas (abejas sin aguijón denominadas Meliponas), posterior se ha venido manejando en nuestro país, la abeja italiana (*Apis mellífera ligústica*), hasta que en la década de los años setenta, ingresa la abeja africana (*Apis mellífera adansonii*), que es la que se maneja actualmente (4).

El ácaro ectoparasitario *Varroa destructor* es una plaga bien conocida y se ha convertido en la amenaza económica más importante para la apicultura a escala global (5). Al alimentarse de hemolinfa, el ácaro es un estresante significativo en la salud de las abejas melíferas, causando una variedad de efectos físicos y fisiológicos para las abejas individuales y el colonia (5, 6).

Además, los efectos indirectos de *Varroa*, principalmente causado por las infecciones virales dirigidas por el ácaro, es el más devastador y puede conducir a una enfermedad grave y la mortalidad en el nivel individual o de colonia (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Estos virus por lo general persisten como infecciones encubiertas en la colonia sin la vectorización capacidad de *Varroa* (14, 15). La transmisión mediada por *Varroa*, los virus también pueden transmitirse horizontalmente dentro de la colonia a través de trophallaxis, contacto, heces y secreciones de glándulas salivales y verticalmente de reinas infectadas a su prole (9, 16, 10, 17).

La enfermedad denominada varroasis, esta es la única enfermedad que ataca indistintamente tanto a las abejas adultas como a la cría, está se adhiere al cuerpo de las abejas causándoles heridas, atacando a las crías, chupándoles la hemolin-

fa, debilitando a las colmenas y volviéndolas susceptibles al ataque de cualquier agente patógeno (3) en definitiva disminuye la producción y al no combatir a este acaro provoca la muerte de las colmenas, constituyéndose de esta manera en una de las mayores amenazas para la rentabilidad de las explotaciones apícolas y del medio ambiente en general, ya que la mayoría de las plantas y cultivos dependen de las abejas, como importantes polinizadores (18).

Para controlar la varroasis en los últimos años se han evaluado diversos tratamientos, como la aplicación de productos químicos y métodos de control alternativos y biológicos los cuales permiten cierto control de la parasitosis sin embargo su uso indiscriminado y reiterado ha originado grandes inconvenientes: como la presencia de residuos en los productos apícolas y el desarrollo de resistencia a dichos productos por parte de las varroas, lo que hace necesario buscar métodos alternos para el control de esta, como la utilización de productos orgánicos que sean económicos (19). Eficaces y poco contaminantes para la miel, sus derivados y el medio ambiente, permitiendo de esta manera tener un control eficiente y oportuno de la Varroasis. En este sentido el presente estudio se encamino a determinar el control del acaro *Varroa destructor* mediante la aplicación de ácido oxálico, siendo el más sencillo de los ácidos dicarboxílicos; y alude a la acidez común en el follaje de ciertas plantas (*Oxalis* y *Rumex*) (20). El ácido oxálico tiene una alta disociación constante, lo que le hace ser más acidificante que el ácido cítrico, acético o láctico; este ácido ha demostrado tener una alta actividad acaricida en ensayos de campo realizados durante los periodos en los que las colonias permanecen sin cría, habiéndose observado en estas condiciones eficacias superiores al 90% (20, 21, 22), disminuyendo hasta el 82,8% cuando la cría está presente (22).

El aceite esencial de romero está formado principalmente por una buena concentración de mono terpenos constituyendo una buena alternativa para el control de varroa; los aromas de los aceites esenciales pueden alterar la orientación del olfato de varroa y su principal desventaja es que existe una pequeña diferencia entre la dosis letal para el ácaro y para la abeja; los metabolitos del aceite esencial de romero son alfa-pineno, 1,8 cineol, alcanfor y además verbenona, y borneol (23). Se debe destacar que tanto el 1,8 cineol como el alcanfor están registrados por su actividad acaricida.

La diatomita formada en su mayor parte por sílice amorfa y por numerosos minerales, la presencia de Sílice en forma de dióxido de silicio  $\text{SiO}_2$  en sus diferentes estados asimilables: ácido silícico, opalino, amorfo, y biosilice, permiten su uso como: insecticida orgánico, fungicida orgánico, fertilizante orgánico, protector natural de factores bióticos y abióticos, e inmunizante orgánico (24). Por lo que el presente estudio se encamino a determinar el control del acaro *Varroa destructor* mediante la aplicación de ácido oxálico, aceite esencial de romero y la diatomita en colmenas *Apis mellifera*.

## 2. Materiales y Métodos

En la Estación Experimental Tunshi- Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a 2.712 msnm. Se utilizó *Apis mellifera* en 12 colmenas tipo Langstroth de una sola alza completa (cámara de cría), a las cuales se aplicó cuatro tratamientos (Testigo T0, Acido oxálico T1, Aceite esencial de romero T2 y Diatomita T3), a cada tratamiento se asignó 3 colmenas. La investigación tuvo una duración de 60 días.

Las unidades experimentales utilizadas fueron homogéneas, distribuyéndose bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Las variables analizadas fueron peso final de la colmena, Kg; N° Varroas caídas/día pre y pos-tratamiento; porcentaje de infestación de varroa pre y pos-tratamiento; porcentaje de infestación de varroa en las etapas de aplicación; porcentaje de infestación de varroa en cría operculada; eficacia de tratamientos, %; Costos de los tratamientos, \$. Los datos experimentales obtenidos fueron sometidos a los Análisis de varianza (ADEVA) y la separación de medias según la prueba de Tukey a los niveles de significancia de  $P \leq 0.05$  y  $P \leq 0.01$ .

El T1 se aplicó 3 veces a intervalo de 7 días en dosis de 5ml/ bastidor de la solución preparada 1:10:10 (ácido oxálico: Agua: Azúcar); T2 se utilizó 3 aplicaciones cada 7 días por colmena, en dosis de dos cuadritos/colmena cada pedazo de oasis contenía 8 mililitros de solución (4 mililitros de aceite esencial romero con 4 mililitros de alcohol); T3 se aplicó 3 veces cada 7 días, en dosis de 15 gramos por colmena mediante dispersión sobre los cabezales de los marcos y en el espacio entre marcos.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Número de Varroas caídas/día pre y pos-aplicación de los tratamientos

El número de varroas caídas/día pre - aplicación a los tratamientos, en la presente investigación fue de 6,53, 6,53, 6,60 y 5,93 para las colmenas T0, T1, T2 y T3 respectivamente, demostrando unidades experimentales homogéneas al inicio del experimento, con un promedio general de 6,40 varroas caídas/día lo que significó una población media de varroas en las colmenas, como se observa en el Tabla 1 y Figura 1.

Variables	Tratamientos				X̄
	Control	Ácido oxálico	Aceite esencial de romero	Diatomita	
	T0	T1	T2	T3	
Nº Varroas caídas/día pre-tratamiento	6,53	6,53	6,60	5,93	6,40
Infestación Varroas en abejas adultas pre-tratamiento (%)	5,08	5,31	5,31	5,15	5,21
Infestación Varroas en cría operculada pre-tratamiento (%)	9,44	9,45	9,28	9,17	9,33
Peso inicial colmena (Kg)	18,90	18,37	18,90	18,37	18,64

Tabla 1. Incidencia de varroasis en colmenas en colmenas *Apis mellifera*, pre – aplicación a los tratamientos.

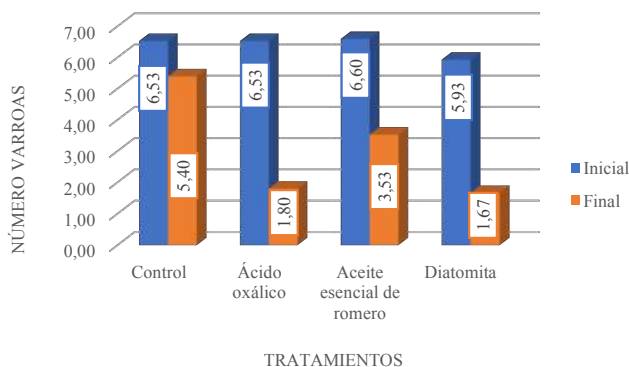


Figura. 1. Varroas caídas/día pre y pos-aplicación de los tratamientos

La caída de *varroa destructor* posterior a la aplicación de los tratamientos no registraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ), por efecto de los tratamientos evaluados, aunque numéricamente se establece que cuando las colmenas recibieron diatomita presentaron menores caídas de varroas con un promedio de 1,67 varroas/día, seguido por las colmenas tratadas con el ácido oxálico, aceite esencial de romero con 1,80 y 3,53 varroas/día respectivamente y finalmente el tratamiento testigo con una media de 5,40 varroas/día, como se reporta en la Tabla 2 y Figura 1.

Variables	Tratamientos								X̄	Prob.	E.E
	Control		Ácido oxálico		Aceite esencial de romero		Diatomita				
	T0		T1		T2		T3				
Nº Varroas caídas/día pos-tratamiento	5,40	A	1,80	a	3,53	a	1,67	a	3,10	0,0614	0,91

Infestación Varroas en abejas adultas etapas aplicación (%)	6,41	A	2,80	b	2,81	b	1,94	b	3,49	0,0133	0,76
Infestación Varroas en cría operculada etapas aplicación (%)	11,30	A	5,22	b	6,38	b	6,28	b	7,29	0,0083	0,96
Infestación Varroas en abejas adultas pos-tratamiento (%) 1	9,61	A	2,61	b	4,58	b	2,88	b	4,92	0,0003	0,67
Infestación Varroas en cría operculada pos-tratamiento (%)	8,70	A	2,65	b	5,41	B	4,76	b	5,38	0,0013	0,65
Eficacia tratamientos (%)	0,00	b	50,39	a	14,44	Ab	44,08	a	27,23	0,0106	8,79
Peso final colmena (Kg)	24,42	a	23,21	a	21,24	A	20,64	a	22,38	0,7797	2,89

Tabla 2. Evaluación de la eficacia de tres alternativas para el control de varroa destructor en abejas

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ )

$\bar{X}$ : Media general

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

Los resultados obtenidos en la investigación puede deberse a la forma de aplicación, modo acción y la persistencia de los tratamientos al interior de la colmena, es decir que todos los tratamientos afectaron mayormente a las varroas en su estado foretico y mas no a las que se encuentran dentro de las celdas, los mismos que presentaron un control adecuado cuando es aplicado el producto, pero después su efectividad disminuye dando lugar a re infestaciones leves, es así que mediante la aplicación de diatomita directamente sobre las abejas logró bajar en mayor proporción la población de *varroas destructor* (25; 26, 27), ya que ejerce una acción estrictamente físico-mecánica, absorbiendo la cera cuticular, que llevan a la muerte del parásito, por deshidratación, a través de la ingestión de este producto produce desgarros y perforaciones en el aparato bucal, exoesqueleto y órganos internos de los parásitos, mientras que para el ácido oxálico se necesita que el acaro entre en contacto con el principio activo (22); el aceite esencial (timol) parece actuar por contacto y la presencia de azúcar en la solución reviste un papel importante como soporte, favoreciendo la acción del principio activo; para que presente un mayor efecto es necesario que el producto se encuentre en constante evaporación y que las abejas entren en contacto con el producto (28).

Si bien, los tratamientos no redujeron el número de varroas caídas durante 24 horas, lograron mantener el desarrollo poblacional del acaro, lo que es importante para terminar en verano con niveles parasitarios menores.



### 3.2 Porcentaje de infestación de *Varroa destructor* en abejas adultas y cría operculada durante la aplicación de los tratamientos

El porcentaje de infestación durante la aplicación de los tratamientos registraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), de esta manera en las colmenas sometidas a T3, T1 y T2 presentaron los menor promedio de infestación de varroas con 1,94, 2,80 y 2,81% respectivamente, finalmente el testigo tuvo un promedio de 6,41% de infestación de varroa en las abejas adultas, como se observa en el Tabla 2 y Figura 2. En tanto que el porcentaje de infestación en cría operculada durante la misma etapa de aplicación de los tratamientos registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), en donde las colmenas tratadas con T1, T3 y T2 presentaron los menores promedios de infestación con 5,22, 6,28 y 6,38% respectivamente, finalmente el testigo presentó una infestación del 11,30% en cría sellada, como se reporta en el Tabla 2 y Figura 3.

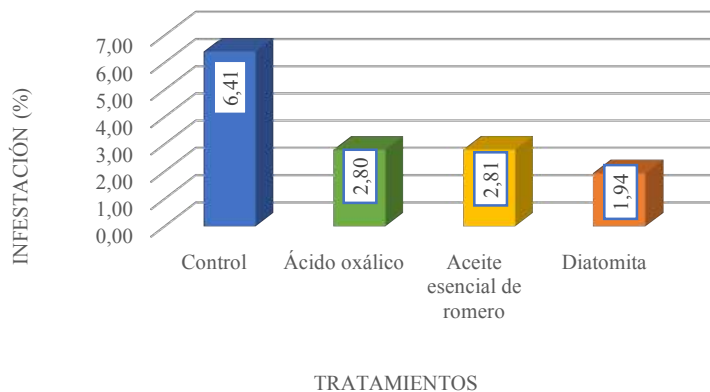


Figura. 2. Porcentaje de infestación de Varroas en abejas adultas durante la aplicación de los tratamientos.

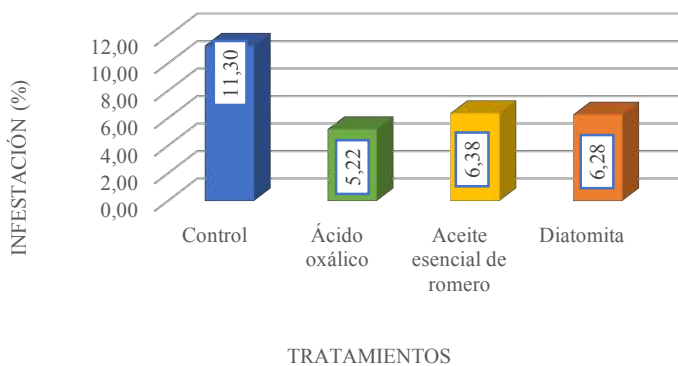


Figura. 3. Porcentaje de infestación de Varroas en cría operculada durante las aplicaciones de los tratamientos.



Estos datos se tomaron a los 17 días de la primera aplicación de los tratamientos, con el fin de controlar la varroasis, y nos indica que T3, T1 y T2 lograron reducir la población de varroa adulta, consiguiendo una disminución de 3,21, 2,51 y 2,50 puntos porcentuales de infestación de varroa en abejas adultas respectivamente, finalmente para el testigo no se observó una disminución más bien existió un incremento de 1,33 puntos porcentuales de infestación de varroa en estado forético. En el caso de las crías operculadas se consiguió una reducción de varroas de 4,23, 2,90 y 2,89 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, y por último T0, el cual presentó un aumento de 1,86 puntos porcentuales de infestación de varroa en estado reproductivo.

### 3.3 Porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas pre y pos-aplicación de los tratamientos

El porcentaje de infestación de varroasis en abejas adultas al inicio del presente estudio fue de 5,08; 5,31; 5,31 y 5,15 para las colmenas que fueron sometidas a la aplicación de T0, T1, T2 y T3 respectivamente, alcanzado un promedio general de 5,15% el cual nos demuestra que las colmenas en ese momento tenían una infestación natural media de varroa destructor y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas, como se observa en cuadro 1 y gráfico 2. El % de infestación de varroa en abejas adultas pos-aplicación presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los tratamientos recibidos, por cuanto el mayor porcentaje de infestación se observó en las colmenas que no recibieron tratamiento con 9,61%, en cambio con la aplicación de T1, T3 y T2 los porcentajes de infestación fueron 2,61, 2,88, 4,58% respectivamente, por lo que se denota una mejor acción sobre la varroa en estado forético, Tabla 2 y Figura 4.

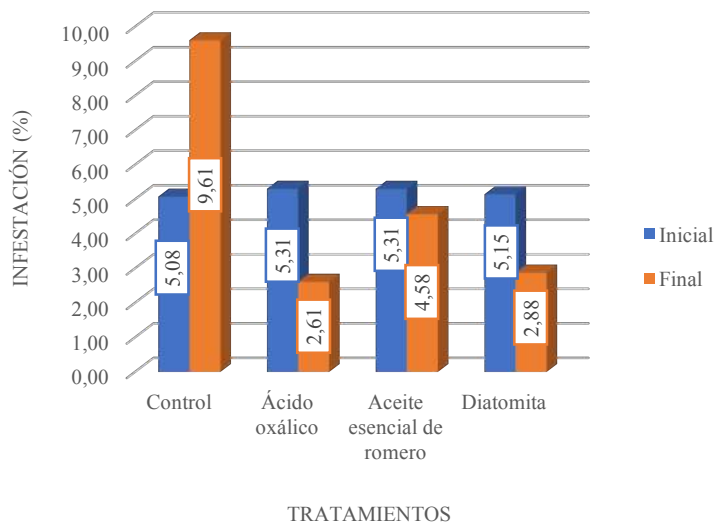


Figura.4. Porcentaje de infestación de Varroas en abejas adultas pre y pos-aplicación de los tratamientos.

Las diferencias estadísticas que existen entre los tratamientos, puede deberse a que el T1, T2 y T3 solo actúan en la fase forética, es decir una vez que termine el efecto del producto nuevamente comience una re infestación con una población baja de varroas, además durante el desarrollo del experimento existían cambios ambientales los cuales pueden interferir en la acción de los tratamientos. Según los datos obtenidos, se puede observar que el ácido oxálico redujo en mayor proporción la población de ácaros sobre el cuerpo de las abejas, como lo manifiesta (22), este ácido ha demostrado tener una alta actividad acaricida en ensayos de campo realizados durante los periodos en los que las colonias permanecen sin cría, sin embargo su acción se ve afectado por la presencia de cría operculada y factores externos.

La acción del ácido oxálico se ven afectado por numerosas variables, como el patrón de las condiciones climáticas influenciadas por la temperatura ambiente y la humedad relativa, estas variables pueden afectar algunas propiedades de los ácidos orgánicos y aceites esenciales, como su velocidad de evaporación, (20, 29); lo que a su vez puede afectar la exposición de los ácaros a estos productos, lo cual es crucial para el control exitoso de los ácaros; también para el aceite esencial siempre será necesario el contacto con el principio activo como lo menciona (30), que para la utilización de compuestos que se preparen en forma líquida y que deban ser vertidos en un soporte, deben ser de estructura disgregada, ya que las abejas pueden así repartir el producto por toda la colonia, en tanto que para que en el tratamiento testigo disminuya la infestación de varroa, sería necesario que la reina cesase la postura (30), el nivel de infestación de la varroa está íntimamente relacionado a la puesta de la reina, debido a que este acaro realiza su fase de reproducción en cría operculada de abeja.

### *3.4 Porcentaje de infestación de varroa en cría operculada pre y pos-aplicación de los tratamientos*

El porcentaje de infestación de varroas en cría operculada pre- aplicación a los tratamientos en el presente estudio fue de 9,44, 9,45, 9,28 y 9,17% para las colmenas pertenecientes a los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente, presentando unidades experimentales homogéneas al inicio del experimento, obteniéndose un promedio general de 9,23% lo que significó que las colmenas en ese momento tenían una infestación natural media de varroa destructor, como se reporta en la Tabla 1 y Figura 5.

El % de infestación de varroasis en cría operculada pos-aplicación de los tratamientos registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), de esta manera en las colmenas sometidas al tratamiento de T1, T3 y T2 presentaron los menores promedios de infestación de varroas con 2,65%, 4,76% y 5,41% respectivamente, seguido por T0 con un promedio de 8,70% de infestación de varroa en las crías operculadas, como se reporta en el Tabla 2 y Figura 5.

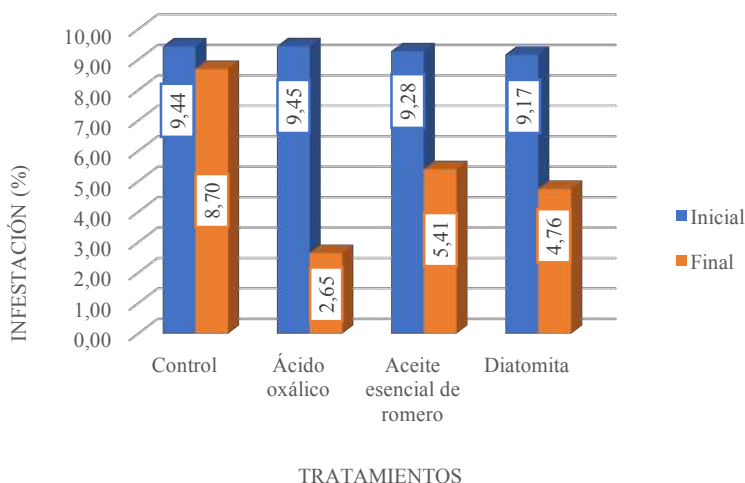


Figura. 5. Porcentaje de infestación de Varroas en cría operculada pre y pos- aplicación de los tratamientos

Estas diferencias pueden deberse a que durante la realización de nuestra investigación existió condiciones favorables para que las colmenas presentaran población de cría operculada en donde según (30), indica que el nivel de infestación de la varroa está íntimamente relacionado a la puesta de la reina, debido a que este acaro realiza su fase de reproducción en cría operculada de abeja, de tal manera en climas templados su desarrollo es más rápido que en condiciones de clima nórdico en donde la reina bloquea su postura hasta por seis meses al año y provoca una reducción de 50% de la población de la varroa.

Por lo cual mediante nuestros datos obtenidos se puede asegurar que los tratamientos aplicados tienen una menor incidencia en presencia de cría operculada, como lo manifiesta (31), quienes mencionan que el ácido oxálico no es efectivo contra varroa cuando en las colonias está presente cría esto debido a que el ácido no afecta a las varroas presentes dentro de la cría sellada, sin embargo este tratamiento presenta mayor control de la infestación de varroa, posteriormente el tratamiento diatomita y el aceite esencial de romero esto pudiendo deberse a que si bien los tratamientos no tienen la facilidad de entrar cuando la cría de abeja esta operculada, puede ejercer una mayor efectividad sobre los ácaros en estado forético, en celdas con cría abierta y sobre los ácaros que salen de las celdas, evitando de esta forma la reproducción del acaro.

Además esta baja influencia sobre los ácaros en cría operculada se puede deber a factores tales como al tiempo de permanencia de los productos dentro de la colmena y los intervalos de tiempo entre las aplicaciones en donde la acción de estos tratamientos no permaneció constante hasta las nuevas aplicaciones, en el caso del aceite esencia de romero este debe evaporarse lentamente para mantener su acción acaricida como lo ratifica (31), los aceites esenciales deben de tener una evaporación pasiva. Para el tratamiento control el % de infestación fue dismi-

nuyendo esto puede deberse a que la reina ceso la postura y procuro almacenar mayor cantidad de alimento (néctar y polen), así como es posible que estas abejas tuvieran un comportamiento higiénico en el cual podían identificar larvas y crías de abejas infestadas por varroa y estas los eliminaban.

### 3.5 Eficacia de los tratamientos aplicados

La eficacia de la aplicación de los tratamientos para controlar la varroa en estado foretico presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), alcanzándose las mejores respuestas con T1 y T3, ya que las colmenas presentaron una eficiencia media de 50,39 y 44,08% respectivamente, seguido de las colmenas con T2 y T0 con 14,44% y finalmente el tratamiento testigo que no tuvo eficacia en el control de varroa, como se muestra en el Tabla 2 y Figura 6. Los resultados obtenidos para el ácido oxálico en esta investigación son superiores a los registrados (32), quienes han encontrado una eficacia muy baja en el control de Varroa de sólo un 39,2% en presencia de cría, en contraparte a un 99,4% de eficacia en el control en colmenas con ausencia de cría (33).

Así mismo estos resultados son inferiores (22), quien obtuvo eficacias de 94.1% sin cría de abejas y 82.8% con cría, para la aplicación del ácido al 10% en solución azucarada 1:1, mientras que (34), reporta que al utilizar acido oxálico al 10% aplicado directamente sobre las abejas por método de goteo con cuatro aplicaciones cada cinco días obtuvo una eficiencia de 84,45% en presencia de cría, así mismo (19), menciona que en su investigación aplico a las abejas infestadas con varroa destructor ácido oxálico en concentraciones de 5%, 10% y 20%, mismos que fueron diluidos en un jarabe azucarado 2:1 (agua/azúcar), este producto fue aplicado en otoño durante cuatro aplicaciones cada 5 días, obteniendo eficacias del 96.2, 97.9 y 96.4%, para los tratamientos al 5, 10 y 20% de concentración, respectivamente.

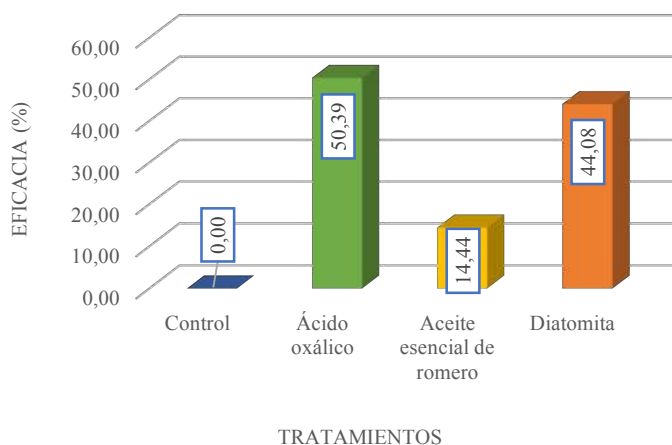


Figura 6. Eficacia de los tratamientos

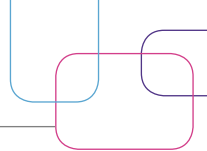
Mientras que los resultados obtenidos se asemejan a los datos registrados (35), reporta que al aplicar este ácido oxálico en concentraciones de 3.4, 3.7 y 2.9%, en presencia de cría, encontraron eficacias promedios de 52.28, 40.66 y 39.16%, respectivamente (31) la buena eficacia del ácido oxálico es sólo posible de encontrar cuando la aplicación se hace sobre colmenas que presentan una mínima cantidad de cría, ya que este ácido no afecta las varroas que se encuentran al interior de las celdillas operculadas.

La eficiencia obtenida en esta investigación para T3 y T2 son menores a las reportados (35), quien obtuvo eficiencias de 80 y 53,62% cuando utilizó como control alternativo del ácaro Varroa destructor gel con 5% de aceite esencial de Eucalipto y gel con 15% de extracto comercial de Nim respectivamente, en tanto (36), realizó una aplicación primaveral de mentol reportando una eficiencia de 56,5% al utilizar 27g de mentol (diluidas en etanol al 30%), aplicado en tabletas de vermiculita con 5 aplicaciones cada 5 días, permitiendo disminuir la infestación inicial, bajando ésta a la mitad, aproximadamente.

Determinó la eficacia varroacida de compuestos naturales entregados a las colmenas durante un período de 4 semanas (29). Aplicó una mezcla de aceites de orégano y clavo en una solución de etanol-gelatina impregnada en compresas absorbentes y el aceite de orégano solo se administró utilizando vaporizadores eléctricos obteniendo eficacia de  $57.8 \pm 12.79$  y  $97.4 \pm 0.68\%$ , respectivamente, además (30), al utilizar cristales de timol, en dosis de 8 g por colmena disueltos en alcohol o simplemente en polvo obtuvo una eficiencia cercana al 82%. Al observar los resultados de la investigación se puede denotar que la eficiencia para el ácido oxálico y la diatomita no fue la óptima la cual se ve afectado debido a que los productos necesitan estar en contacto con las varroas para ejercer su acción acaricida, en este sentido las abejas juegan un papel importante para la distribución de los tratamientos por toda la colmena, además que su modo de acción afecta más a las varroas en estado forético y no a las que se encuentra en estado reproductivo.

Así también otro aspecto que puede influir es que estos productos no presentan un amplio rango de mantener su acción dentro de la colmena, ya que se aplicaron 3 veces cada 7 días en donde es posible que para la nueva aplicación ya haya existido una re infestación leve del acaro y los productos reducían la incidencia de manera paulatina, en este sentido al observar el porcentaje de infestación durante la aplicación de los tratamientos y al final de los mismos se reporta que el ácido oxálico seguía manteniendo su acción acaricida en pequeña proporción sin embargo para la diatomita se registra un incremento de 0,94%, en consecuencia si se utilizara a intervalos de tiempo más cortos la reducción del parásito sería en forma ascendente.

Para obtener buenos resultados al utilizar ácido oxálico se necesita dar cuatro aplicaciones a intervalos de cuatro días (30). Para el Aceite esencial de romero



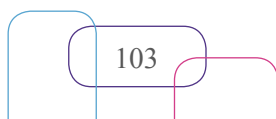
su baja eficiencia se debe a que el producto se evaporó muy rápidamente dentro de la colmena produciendo un efecto momentáneo sobre las varroas, en donde después de su acción comenzaba la contaminación de la colmena nuevamente, observándose una re infestación de 1,77%. En el caso del tratamiento testigo se observó una re infestación que va en aumento de 3,20%, debido a que la reina no suspendió la postura y las abejas no tienen el poder de acicalamiento.

### 3.6 Costos de la tecnología de tres alternativas para el control de varroasis.

El costo de la tecnología se determinó en función al costo por aplicación de cada tratamiento más el costo de la mano de obra y por el transporte, cabe indicar que estos costos se encuentran divididos para tres colmenas, puesto que se utilizaron tres colmenas por tratamiento, observando mediante los resultados obtenidos un menor costo/colmena tratada T3 con \$5,48 dólares, en donde el costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación costaron \$0,33, mano de obra \$2,90 y el transporte \$2,50, seguido por el ácido oxálico con un costo/colmena tratada de \$5,87, en el cual el costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación es de \$0,77, a continuación se encuentra el T2, el cual presentó un costo/colmena tratada de \$19,07 de los cuales el costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación es de \$13,99, y finalmente el testigo con un costo de \$5,15, cabe indicar que todos los tratamientos tuvieron 3 aplicaciones cada 7 días en donde el costo por mano de obra y transporte son los mismos para todos los tratamientos, como se puede observar en la Tabla 3 y Figura 7.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede determinar que el costo menor considerando el costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación se obtiene al utilizar T3 con \$0,33, seguido por T1 con \$0,77 y finalmente el T2 con \$19,07, datos que se asemejan a los costos reportados (34), que al utilizar ácido Oxálico al 10% con 4 aplicaciones con intervalo de cuatro días es de 1,43\$/colmena, seguido por el tratamiento timol al 99% diluido en aceite de oliva con dos aplicaciones cada 8 días con un costo de 13,01 \$/colmena, además reporta que el costo de estos tratamientos incluyendo el precio del producto, mano de obra y transporte fueron de 13,20 y \$18,9 para el ácido oxálico y timol respectivamente, mientras que (24), (34), reportan que el costo de los tratamientos, incluyendo el precio del producto y los gastos de mano de obra y transportación, fue para timol a dosis de 12.5 g (37.76 pesos, 3.45 dólares) que con timol a dosis de 25g (70.21 pesos, 6.42 dólares).

Concepto	Tratamientos			
	Testigo	Ácido oxálico	Aceite esencial de romero	Diatomita
Aplicación Tratamientos	0	0,72	13,92	0,33
Transporte	2,25	2,25	2,25	2,25



Mano de obra	2,9	2,9	2,9	2,9
Total costos	5,15	5,87	19,07	5,48

Tabla 3. Costos de tecnología de tres alternativas para el control de *Varroa destructor*.

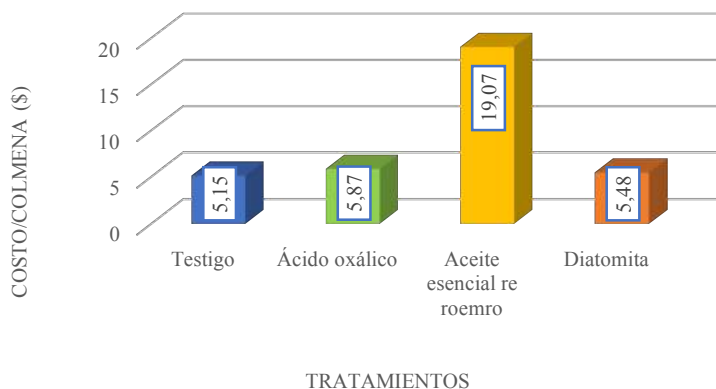


Figura.7. Costo de tecnologías por colmena tratada.

#### 4. Conclusiones

El porcentaje de infestación de varroa al final en las colmenas proporcionó la información para determinar la eficiencia de los tratamientos donde el T1 y T3 presentaron un 50,39 y 44,08% de eficacia respectivamente, seguidos de T2 con un 14,44% de control, lo que los situó en esta investigación como los tratamientos con un mayor porcentaje de control en comparación al T0.

Se determinó que la utilización de T1 tres veces cada siete días reduce la población de varroas obteniéndose al final del estudio el menor número de varroas caídas/día con 1,80 varroas, permite obtener menores porcentajes de infestación tanto en abejas adultas como en cría operculada en 2,61 y 2,65% respectivamente, con un efecto positivo tanto productivo como reproductivo para las colmenas tratadas, con un peso final promedio de 23,21kg cada colmena.

Económicamente el costo por colmena tratada para controlar la Varroasis es menor al utilizar T3 y T1 con valores de 5,48 y 5,87 dólares americanos/colmena tratada, mientras que se incrementa al utilizar T2 con un costo de 19,07 dólares/colmena tratada.

#### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses



## Referencias

1. Martínez, J., Alcalá, K., Leal, M., Vivas, J., & Martínez, E. (2011a). Prevención de Varroosis y suplementación. *Inifap*, 5-20.
2. Martínez, J., Medina, L., & Catzín Ventura, G. (2011b). Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*). *Mex Cienc Pecu*, 25-38.
3. Caballero, D. (2009). *Manual de Enfermedades Apícolas*. Tegucigalpa: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA).
4. Cabrera, J. (2012). La apicultura en el Ecuador: Antecedentes Históricos. *La Melífera*, 1-5.
5. Le Conte Y, Ellis M, Ritter W. 2010. *Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses?* *Apidologie* 41:353–363.
6. Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. 2010. *Biology and control of Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol.* 103(Suppl. 1):S96 –S119
7. Bailey L, Ball BV. 1991. *Honey bee pathology*, 2nd ed. Academic Press, London, United Kingdom.
8. Boecking O, Genersch E. 2008. *Varroosis—the ongoing crisis in bee keeping*. *J. Consum. Protect. Food Safety* 3:221–228.
9. Chen YP, Evans JD, Feldlaufer MF. 2006. *Horizontal and vertical transmission of viruses in the honey bee, Apis mellifera*. *J. Invertebr. Pathol.* 92:152–159.
10. de Miranda JR, Fries I. 2008. *Venereal and vertical transmission of deformed wing virus in honeybees (Apis mellifera L.)*. *J. Invertebr. Pathol.* 98:184 –189.
11. Martin SJ. 2001. *The role of Varroa and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modelling approach*. *J. Appl. Ecol.* 38:1082–1093.
12. Ribière M, Ball BV, Aubert MFA. 2008. *Natural history and geographical distribution of honey bee viruses*, p 15–84. In Aubert M, et al (ed), *Virology and the honey bee*. European Community, Luxembourg.
13. Shen MQ, Yang XL, Cox-Foster D, Cui LW. 2005. *The role of Varroa mites in infections of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWV) in honey bees*. *Virology* 342:141–149.
14. Nordström S, Fries I, Aarhus A, Hansen H, Korpela S. 1999. *Virus infections in Nordic honey bee colonies with no, low or severe Varroa jacobsoni infestations*. *Apidologie* 30:475–484.
15. Chen YP, Siede R. 2007. *Honey bee viruses*. *Adv. Virus Res.* 70:33–80.
16. de Miranda JR, Genersch E. 2010. *Deformed wing virus*. *J. Invertebr. Pathol.* 103(Suppl. 1):S48 –S61.
17. Yue C, Schröder M, Gisder S, Genersch E. 2007. *Vertical-transmission routes for deformed wing virus of honeybees (Apis mellifera)*. *J. Gen. Virol.* 88:2329 –2336.
18. Perez, N. (2006). *Control alternativo de Varroa destructor Anderson & Truetman utilizando panales zanganeros sintéticos*. *Valdivia*.
19. Silva, A. (2006). *Evaluación del ácido oxálico sobre Varroa destructor Anderson y Trueman (Acari: Mesostigmata), aplicado en otoño sobre colonias de Apis mellifera L (Hym: Apidae)*. *Valdivia*.
20. Nanetti, A. 2007. *Uso de ácido oxálico y otros productos de origen natural para el control de varroa, pros y contras*. *Agro sur*, vol.35, no.1, p.48-50. ISSN 0304-8802.
21. Higes, M., Sanz, A., Llorente, J., Suárez, M., Pérez, J. 1998. *Influencia del método de aplicación en la eficacia acaricida del ácido oxálico frente a Varroa jacobsoni*. *Medicina Veterinaria* 15, 592-595.



22. Arculeo, P. 2000. Ácido oxálico. Experiencia realizada en el sur de Italia. *Vida apícola* 102, 44-48.
23. Santoyo, S.; S. Cavero; L. Jaime; E. Ibáñez; F. J. Senorans; G. Reglero. 2005. «Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Obtained Via Supercritical Fluid Extraction», *Journal of Food Protection* 68 (4):790-795.
24. Espinosa, L. y Guzmán, E. 2007. Red de Revista Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro varroa destructor de las abejas (*Apis mellifera* L.) En villa Guerrero, estado de México, México. *Veterinaria México*, Vol. 38, número 001.
25. Smith, C. A. (1995). Searching for safe methods of flea control. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 206 (8): 1137-1143.
26. Patrican, L. A. y Allan, S. A. ( 1995). Laboratory evaluation of desiccants and insecticidal soap applied to various substrates to control the deer tick *Ixodes scapularis*. *Med. Vet. Entomol.*, 9 (3): 293-299.
27. Korunic, Z. y Mackay, A. (2000). Grain surface-layer treatment of Diatomaceous earths for insect control. *Arch Hig Rada Toksikol* , 51 ( 1): 1-11.
28. Carmona, M. et al. 1999. Influencia del timol en la puesta de cría de la abeja melífera. *Vida apícola* n° 133 Pg. 43. <http://infobee.com.ar/files/docs/timol%20en%20cria.PDF>
29. Sabahi, Q., Gashout, H., Kelly, PG y col. 2017. La liberación continua de aceite de orégano controla de manera efectiva y segura las infestaciones por *Varroa destructor* en las colonias de abejas melíferas en un clima del norte. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0157-3>.
30. Vandame R. et al. 1995. Dinámica comparativa de las poblaciones de *Varroa Jacobsoni* en las colonias de abejas europeas y africanizadas en Córdoba, Ver. IX Seminario Americano de Apicultura. Colima, Colima. México. pp 24 -33
31. Charrière, J & Imdorf, A. 2002. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Journal Bee World* Volume 83, 2002 - Issue 2.
32. Gregorc, A., and I. Planinc. 2001. Acaricidal effect of oxalic acid in Honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 32: 333-340.
33. Gregorc, A., and J. Poklucar. 2003. Rotenone and oxalic acid as alternative acaricidal treatments for *Varroa destructor* in honeybee colonies. *Vet. parasitol.* 111: 351-360
34. Moyon, J. Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis *varroa destructor* en tres apiarios de la provincia de
35. Chimborazo. Tesis de grado Previa la obtención del título de: ingeniero zootecnista Riobamba: ESPOCH. 2013
36. Flores, J; Ruiz, J; Ruz, J; Puerta, F; y Campano, F. 1997. Control de Varroasis, Investigación sobre tratamientos alternativos en el sur de España. *Vida Apícola (España)* 84: 45-49.
37. Portales, D. 2003. Aplicación primaveral de mentol para el control de *Varroa destructor* Anderson & Trueman, en *Apis mellifera* L.

# UTILIZACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA EN *Lolium multiflorum* (ray grass), *Medicago sativa* (alfalfa) y *Trifolium Pratense* (trébol rojo)

(USE OF DIFFERENT SOURCES OF ORGANIC MATTER IN  
*Lolium multiflorum* (ray grass), *Medicago sativa* (alfalfa) and  
*Trifolium Pratense* (trébol rojo))

Paula Alexandra Toalombo Vargas <sup>(1)\*</sup>, José Vicente Trujillo Villacís <sup>(1)</sup>,  
Hermenegildo Díaz Berrones <sup>(1)</sup>, Alex Arturo Villafuerte Gavilánez <sup>(1)</sup>,  
Enrique Lara Gamboa <sup>(1)</sup>

(1) Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias,  
Escuela Superior de Chimborazo, EC060155.

\*Correspondencia. 0992926111, ptoalombo@esPOCH.edu.ec (P. Toalombo Vargas)

## RESUMEN

En la provincia de Tungurahua, Parroquia Augusto N. Martínez, se evaluó distintas fuentes de materia orgánica T0 Testigo; T1 Humus (4tn/ha); T2 Compost (4tn/ha); T3 Bokashy (4tn/ha), en una mezcla forrajera de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*; durante 180 días de investigación. Los tratamientos tuvieron cinco repeticiones distribuidas bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar. En el primer corte de evaluación el Bokashy produjo efectos altamente significativos, alcanzando una relación Hoja:Tallo ( $P<0,01$ ) de 9,08 g/g, en el *L. multiflorum*, así también en la longitud de la última hoja completamente elongada ( $P<0,05$ ) la cual fue de 38,04 cm. Mejor contenido de Proteína 23,87 %, una producción de forraje verde ( $P<0,01$ ) de 11,17 tn/ha/Corte y una producción de forraje en materia seca ( $P<0,01$ ) de 1,86 tn/ha/Corte. En el segundo corte la utilización de Bokashy presentó las mejores respuestas para gramíneas de la mezcla, en este mismo sentido, para la *M. sativa* se observó una relación Hoja:Tallo ( $P<0,01$ ) de 1,58 g/g, así también en el *T. pratense* se denotó una relación Hoja:Tallo de 1,30 g/g. En el análisis económico se determinó una rentabilidad anual de 86 % (B/C de 1,86), recomendando entonces la utilización del Bokashy (4tn/ha) al menos trimestralmente después del corte, por cuanto se consiguió alcanzar las mayores producciones de la asociación.

**Palabras clave:** *Humus, Bokashy, Compost, Forraje verde, hoja.*

## ABSTRACT

At the Province of Tungurahua, Parroquia Augusto N. Martínez, different sources of organic matter T0 Witness were evaluated; T1 Humus (4Tn / ha); T2 Compost (4Tn / ha); T3 Bokashy (4Tn / ha), in a forage mix of *L. multiflorum*, *M. sativa* and *T. pratense*; during 180 days of research. The treatments had five repetitions distributed under a Design of Random Complete Blocks. In the first evaluation cut the Bokashy produced highly significant effects, reaching a leaf stem ( $P<0.01$ ) ratio of 9.08 g / g, in the *L. multiflorum*, as well as in the length of the last fully elongated leaf ( $P<0.05$ ) which was 38.04 cm. Better content of Protein 23.87%, a green forage production

( $P < 0.01$ ) of 11.17 Tn / ha / Cut and a production of forage in dry matter ( $P < 0.01$ ) of 1.86 Tn / ha / Cut. In the second cut the use of Bokashy presented the best responses for grass of the mixture, in this same sense, for the *M. sativa* a leaf: stem ( $P < 0.01$ ) ratio of 1.58 g / g was observed, as well also in the *T. pratense* a leaf: stem ratio of 1.30 g / g was denoted. In the economic analysis an annual profitability of 86% (B / C of 1.86) was determined, recommending then the use of the Bokashy (4Tn / ha) at least quarterly after the cut, as it was possible to reach the highest productions of the association.

**Key words:** *Prefloration, dry forage production, green forage production, mycorrhiza.*

## 1. Introducción

A nivel mundial, los fertilizantes constituyen uno de los principales insumos utilizados en la producción primaria de alimentos para humanos y animales, el uso responsable es del 40 al 60 por ciento del suministro de alimentos (1). En la región andina de Sudamérica, las especies forrajeras mejoradas han desplazado a las nativas y naturalizadas para establecer pastizales de mejores cualidades productivas y nutricionales (2). Ecuador, históricamente, siempre ha sido un país importador de fertilizantes por su carencia de materia prima y por la inexistente infraestructura necesaria para su producción, llegando al extremo de que aproximadamente el 99,5% del total de fertilizantes que se comercializan dentro del país provienen del extranjero; así en el año 2014, el volumen de las importaciones bordeó las 820.781 tn, siendo el mayor volumen importado en los últimos ocho años. Esto significó, a su vez, una salida de divisas que alcanzó los 397 millones de dólares (3). La única producción de nutrientes con función de fertilizantes conocida hasta ahora en el Ecuador, ha derivado de la producción de abonos de origen animal o vegetal. No obstante, esta producción únicamente se ha dado a pequeña escala, lo cual genera dependencia, conllevando a que cualquier impacto significativo en los precios de los fertilizantes en el mercado internacional afecte de manera directa a los costos de producción y, por consiguiente, a los precios de los alimentos. Especialmente si se toma en consideración que los fertilizantes representan entre el 10% y el 30% de los costos de producción a nivel nacional (3). Ante este aspecto se encuentra la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en cultivos forrajeros. Por lo mismo una opción que puede hacer fiable y sostenible la productividad forrajera en nuestro país es el empleo de la agricultura ecológica, ya que desde el punto de vista de la rentabilidad de los sistemas agropecuarios, es necesario lograr la autonomía de los productores, mediante el empleo de recursos locales, como es el caso del uso de materia orgánica (4), indica que ésta da gran importancia a los abonos orgánicos; y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos, por cuanto mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Además cada año la demanda de biofertilizantes aumenta a nivel mundial. Existiendo una gran cantidad de estos productos disponibles en el mercado, cada uno con una composición, proceso de producción, y efectos diferentes (5). La presente investigación apunta a contribuir al fortalecimiento de este eslabón sensible dentro de la cadena de

producción, considerando que es importante para comparar el rendimiento y valor nutritivo de la mezcla forrajera, y así posteriormente elegir aquellas materias orgánicas que destacan para aplicarlas en áreas mucho más grandes.

## 2. Materiales y Métodos

La investigación tuvo una duración de 180 días, se llevó a cabo en la provincia de Tungurahua, Caserío Samanga. Los análisis de laboratorio se realizaron en el departamento de suelos de la Facultad de Recursos Naturales, y en la Estación experimental Santa Catalina (INIAP) - Departamento de nutrición y calidad - servicio de análisis e investigación en alimentos. Se analizaron variables como: Análisis de suelo al iniciar y finalizar el experimento de forma aleatoria con un muestreo estratificado con selección sistemática, a una profundidad de 0 - 20 cm, recolectando una cantidad aproximada de 2 Kg, para su posterior análisis en el Departamento de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. Para la *M. sativa*: Relación Hoja: Tallo (g/g). *T. pratense*: Relación Hoja: Tallo (g/g). *L. multiflorum*: Relación Hoja: Tallo (g/g), se estableció el peso total de las hojas de cinco plantas (a), realizándose el mismo procedimiento con los tallos (b) y posteriormente se trabajó la relación matemática (a)/ (b). Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), incluyendo solamente la lámina desde la base hasta el ápice. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm). Para Mezcla forrajera: Producción de forraje verde tn/ha/Corte, se evaluó aplicando el método del cuadrante, donde se cortó una muestra representativa de cada parcela (1m<sup>2</sup>) escogida al azar, el corte se realizó a una altura de 5cm; Producción de forraje en materia seca tn/ha/Corte, se trabajó bajo la metodología del análisis proximal, el cual se basa en la evaporación total del agua mediante calor (55-60° C durante 12 horas); Composición bromatológica mediante la metodología de análisis proximal. Dentro del diseño del experimento se emplearon 20 unidades experimentales (parcelas), que tuvieron una dimensión de 25 m<sup>2</sup> (5×5 metros en parcela real útil), distribuidos en los cuatro tratamientos y cada uno con cinco repeticiones, teniendo una superficie neta de experimentación total de 500m. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los datos obtenidos se analizaron en el Software SAS Versión 8, y se utilizó el estadístico Tukey (P<0,05) para la separación de medias.

## 3. Resultados y Discusión

*3.1 Respuesta de una asociación de L. multiflorum, M. sativa y T. pratense ante la aplicación de distintas fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.*

### *Área experimental*

El comportamiento edáfico del área experimental, a través del análisis químico del suelo antes y después de la adición de las diferentes fuentes de materia

orgánica, se describe en la Tabla 1, en el que se observa que al inicio existe inicialmente una baja cantidad de materia orgánica (1,5%), un bajo contenido de Amonio (13,1 mg/L), alto contenido de Fósforo (80,2 mg/L) y bajo contenido de Potasio (0,34 meq/100g); todo esto en torno a un pH de 7,3, equivalente a una condición neutra.

Parámetro	ESTRATO INICIAL		ESTRATO FINAL	
	Medida	Condición	Medida	Condición
pH	7,3	Neutro	7,1	Neutro
Materia orgánica, %	1,5	Bajo	1,9	Bajo
Amonio (NH <sub>4</sub> ), mg/L	13,1	Bajo	15,2	Bajo
Fósforo, mg/L	80,2	Alto	49,2	Alto
Potasio, meq/100g	0,34	Bajo	0,61	Medio

Tabla 1. Resultados del análisis químico del suelo antes del establecimiento de la mezcla forrajera y posterior a la aplicación de abonos orgánicos.

Fuente: Departamento de suelos, FRN, ESPOCH. (2015).

Una vez finalizado el experimento, se demostró que las condiciones del suelo fueron superiores con respecto al análisis inicial, de esta manera se estableció que el contenido final de Amonio fue de 15,2 mg/L, este elemento se muestra más elevado que en el contenido inicial; puede deberse a que los abonos orgánicos empleados influyen de manera favorable sobre la estructura del suelo y aportan nutrientes, favorecen la formación de dióxido de carbono y a la micro flora y micro fauna en general, ya que éstos contienen nitrógeno en cantidades variables, pero son fuente de este elemento de liberación lenta pero estable (6). En cuanto al fósforo en el análisis final, se denotó un alto contenido (49,2 mg/L), inferior al inicial, lo cual puede atribuirse a que se halla en un medio adecuado y fue absorbido para facilitar el crecimiento, la formación de raíces, tallos, flores e intervenir en la división celular de las plantas, de la asociación en estudio (6). El contenido final de Potasio (0,61 meq/100g), denota una mediana presencia del elemento en el análisis final, lo cual, al ser superior al inicial se podría atribuir a un elevado aporte de las fuentes de materia orgánica empleadas en este experimento.

El pH final fue de 7,1; equivalente a una condición neutra, mostrándose menor al inicial, su condición disminuyó a medida que se producen ácidos orgánicos en el suelo, como respuesta a la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica; esta condición se facilitó o al menos permitió la movilización y absorción de nutrientes en el cultivo (6). En lo que respecta a la materia orgánica, que al final del experimento se halla presente en el suelo en un 1,9%, en comparación con un contenido inicial de 1,5%; esto nos indica que, al adicionar abonos orgánicos en nuestro cultivo forrajero, a corto plazo, se logra incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo. Los resultados obtenidos pueden ser aproximados (7, 8, 9), quienes demostraron que la fuente de materia orgánica, elaborada a partir de recursos de bajo costo y con residuos

propios de los sistemas productivos de su zona, tiene efectos positivos sobre la fertilidad del suelo en el mediano plazo, incrementándose entre 2% y 3% los contenidos de materia orgánica en el suelo (10).

Al fertilizar un potrero con diferentes biofertilizantes sólidos y líquidos antes de la fertilización, el suelo contaba con un nivel pobre de nitrógeno y fósforo y alto de potasio (11). Posterior a la aplicación de los biofertilizantes, el suelo presenta condiciones superiores en su composición química, en donde el contenido de nitrógeno se elevó desde 0,0005% hasta 0,001%; en el contenido de fósforo se incrementó su contenido, de 0,0002% a 0,003%; en cuanto al potasio, éste disminuyó su contenido desde 0,125% a un 0,06%; en lo que respecta a materia orgánica, su investigación inició con un tenor del 3% y finalizó con 1,8% (11).

	Abonos orgánicos				
	Testigo	Humus	Compost	Bokashy	Probabilidad
M. sativa:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	1,27 <sup>a</sup>	1,07 <sup>b</sup>	1,27 <sup>a</sup>	0,98 <sup>b</sup>	<0,0001
T. pratense:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	0,91 <sup>ab</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,67 <sup>c</sup>	<0,0001
L. multiflorum:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	7,58 <sup>ab</sup>	5,79 <sup>b</sup>	6,94 <sup>ab</sup>	9,08 <sup>a</sup>	0,0053
Longitud última hoja (cm)	27,96 <sup>b</sup>	30,72 <sup>b</sup>	29,18 <sup>b</sup>	38,04 <sup>a</sup>	<0,0001
Ancho última hoja (cm)	0,48 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,2708
Mezcla forrajera:					
PFMV, Tn/ha/corte	5,32 <sup>b</sup>	5,72 <sup>b</sup>	6,70 <sup>b</sup>	11,17 <sup>a</sup>	0,0003
PFMS, Tn/ha/corte	1,09 <sup>b</sup>	1,18 <sup>b</sup>	1,34 <sup>ab</sup>	1,86 <sup>a</sup>	0,007

Tabla 2. Comportamiento productivo de una asociación forrajera de *M. sativa*, *L. multiflorum* y *T. pratense*, como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

PFMV: Producción de forraje en materia verde. Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).  
PFMS: Producción de forraje en materia seca. Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (\*).  
Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey.  
Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

### *Medicago sativa*

#### *Relación Hojas/Tallo (g/g)*

La relación hojas/tallo (g/g) que se estableció al evaluar las plantas de *M. sativa* presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), en este sentido, al no aplicar materia orgánica y al colocar Compost las plantas mostraron una relación hojas/tallo de 1,28 y 1,27 en su orden, valores que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí; con la adición de Humus y Bokashy se obtuvo 1,07 y 0,98 como relación hojas/tallo respectivamente, sin presentarse diferencias entre las mismas, un mejor y más rápido desarrollo de las plantas de *M. sativa* y de la asociación en conjunto se observó al incluir Bokashy en su cultivo; esto



no se reflejó al momento de recolectar los datos en el campo, ya que al desarrollar más rápidamente su masa vegetal, las hojas de la misma se desprendieron como es lógico al acortarse el ciclo vegetativo.

Dado esto, se podría decir que dicho efecto responde a la aplicación de Bokashy como fuente de materia orgánica, porque éste mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para el cultivo forrajero, aumentando la porosidad del mismo y así en conjunto mejorando la capacidad del suelo para absorber y retener la humedad, de tal manera que se facilita el crecimiento radicular (12). En este mismo sentido, (13, 14), indican que el Bokashy suministra a la planta los micro elementos en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6,5 a 7), inclusive indican que los microorganismos benéficos presentes en esta fuente de materia orgánica compiten por micro espacios y energía con sus similares patógenos en la zona radicular de la planta, dando como resultado plantas más vigorosas y de mejor crecimiento.

#### *Trifolium pratense*

##### *Relación Hojas/Tallo (g/g)*

La relación hojas / tallo (g/g) que se registró al evaluar el *T. pratense*, mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de las diferentes fuentes de materia orgánica empleadas, de esta manera, las plantas en las que se aplicó Compost alcanzaron una relación hojas/tallo de 0,96; al no adicionar ningún tipo de materia orgánica se logró una relación hojas/tallo de 0,91, en tanto que al utilizarse Humus, el *T. pratense* mostró 0,83 como relación hojas/tallo, finalmente las plantas del grupo que recibieron Bokashy como fuente de materia orgánica presentaron una relación hojas/tallo de 0,67.

Entre las fuentes de materia orgánica evaluadas, para esta especie en particular, el Compost es el que mejores resultados muestra; lo que puede atribuirse a que esta fuente de materia orgánica presenta múltiples beneficios tanto en lo físico, químico y microbiológico del suelo, además de que contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciéndolo más poroso y mejorando su manejabilidad (15). De esta manera entonces es preciso indicar que el compost actúa mejor con el *T. pratense*, debido a la forma de aplicación del mismo, conjugado con las características radicales de esta especie. Este hecho, puede ser contrastado con el logrado al adicionar compost en una mezcla forrajera de gramíneas y leguminosas, se halló que se puede elevar significativamente el desarrollo foliar de la leguminosa al incluir este tipo de fuente de materia orgánica en el cultivo de la misma, logrando mejorar varios de indicadores afines a la relación hojas/tallos (16). Además, es importante reconocer que estas características foliares, también están supeditadas fuertemente por el tipo de siembra, a la calidad de la semilla, tanto como a la variedad de leguminosa que interviene en la asociación (5).

*Lolium multiflorum*  
Relación Hojas/Tallo (g/g)

La relación hojas/ tallo hallada en el *L. multiflorum* en asociación con *M. sativa* y *T pratense*, como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre las medias presentadas; los valores hallados fueron 9,08 para las plantas del grupo al que se les aplicó Bokashy, las cuales fueron las que más se destacaron, en relación a las plantas del grupo testigo y Compost, las cuales presentaron una relación hojas/tallo de 7,58 y 6,94, respectivamente, mismos que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí. Finalmente, las plantas pertenecientes al grupo al que se les aplicó Humus como fuente de materia orgánica, alcanzaron una media de 5,79 como relación hojas/tallo Tabla 3. Todo lo anterior podría ser explicado, debido a que el Bokashy estimula el crecimiento de las plantas mediante una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan al ser aplicado al suelo, por ser un abono orgánico fermentado; a más de que aporta una gran cantidad de microorganismos que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad (17). El uso de Bokashy afecta positivamente los rendimientos y calidad de un cultivo (18, 19).

Al incluir un nivel similar de Bokashy en el cultivo de gramíneas forrajeras, hallaron un incremento en la productividad superior al 150% (20). La aplicación de bioabonos presenta una influencia positiva en el desarrollo foliar del *L. multiflorum* en asociación con leguminosas, siendo una de las mejores respuestas en el cultivo al incluir Bokashy, a razón de 3 tn/ha (21).

*Longitud de la última hoja completamente elongada (cm)*

Las plantas que recibieron Bokashy como fuente de materia orgánica, tuvieron una media de 38,04 cm, que estadísticamente presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), en contraste con las medias de las longitudes determinadas en los grupos Humus y Compost que presentaron longitudes de 30,72 y 29,18 cm, respectivamente; las cuales a su vez son mayores a las longitudes halladas en las plantas del grupo testigo (27,96 cm), sin embargo no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Tal respuesta, podría ser explicada debido a que el Bokashy a más de liberar fitohormonas y fitorreguladores naturales al ser aplicado, también proporciona fósforo, mismo que facilita el crecimiento y la formación de raíces, tallos y flores; interviniendo de esta forma en la división celular y crecimiento de la planta (22). Estas respuestas se pueden considerar similares al utilizar diferentes abonos orgánicos en la producción forrajera de una mezcla de gramíneas y leguminosas, ya que la aplicación de Bokashy influye positivamente en el desarrollo foliar de la gramínea que forma parte de dichas asociaciones (21, 23).



### *Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada*

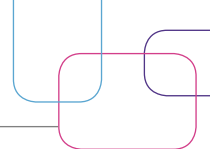
El ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada del *L. multiflorum*, hallada por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ), no obstante esto, se siguen observando los mejores resultados en el grupo al que se le aplicó Bokashy, donde se halló un ancho medio de 0,54 cm. En los tratamientos restantes, se determinó un ancho de 0,50, 0,48 y 0,48 cm, para los grupos Humus, Compost y testigo en su orden. Tal hecho nos orilla a entender que la aplicación de fuentes de materia orgánica afecta de manera positiva en el desarrollo de la lámina foliar del *L. multiflorum* cuando éste se halla asociado con *M. sativa* y *T. pratense*; así también, la repuesta superior hallada al aplicar Bokashy, puede atribuirse a que éste activa y provee de microorganismos benéficos al suelo (24).

### *Mezcla Forrajera*

#### *Producción de forraje verde tn/ha/Corte*

Las medias de la producción de forraje verde (tn/ha/Corte), halladas como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), lográndose las mejores respuestas al aplicar Bokashy (11,17 tn/ha/Corte); comparadas con las parcelas del grupo Compost, Humus y testigo, en las cuales se determinaron producciones de 6,70, 5,72 y 5,32 tn/ha/Corte respectivamente, sin presentarse diferencias estadísticas entre las mismas. La superioridad mostrada por las plantas tratadas con Bokashy, probablemente responda a que con esta fuente de materia orgánica, entre muchos otros beneficios se logra un balance positivo en la disponibilidad de N, P y K en el suelo, lo que juega un papel significativo en la sostenibilidad de la fertilidad del mismo y productividad de la asociación forrajera. De esta manera se demuestra que la producción de forraje verde es mayor con la utilización de Bokashy en una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense* (18, 19), además se debe a que el uso de Bokashy influye positivamente los rendimientos y calidad del cultivo, en lo concerniente al desarrollo vegetativo.

Las respuestas halladas son más altas que las determinadas al estudiar el efecto de diferentes tipos de bioabonos en una mezcla forrajera similar a la usada en este estudio, ya que al adicionar Bokashy en tal cultivo se obtienen 6,20 tn/ha/Corte, siendo uno de los mejores resultados de entre los hallados (21). Al investigar una mezcla de leguminosas con gramíneas, registró un mejor comportamiento al adicionar abonos orgánicos en su cultivo, llegando a producir 16,40 tn/ha/Corte en el resultado más discreto de entre los abonos orgánicos que se utilizó, estas diferencias pueden ser explicadas por la variedad de plantas usadas, el tipo de suelo y las condiciones medioambientales en las cuales se desarrolló el estudio (25).



### *Producción de forraje en materia seca tn/ha/Corte*

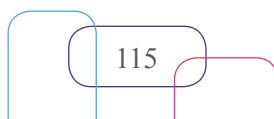
Las producciones de materia seca más altas de la mezcla forrajera, se registraron en las plantas que pertenecieron al grupo que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica, las cuales llegaron a producir 1,86 tn/ha/corte, valor que presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), con las respuestas registradas al utilizarse Compost, tal tratamiento logró 1,34 tn/ha/corte; así también tal diferencia se mostró con la producción obtenida al incluir Humus y al no usar ninguna fuente de materia orgánica, ya que se reportó 1,18 y 1,09 tn de materia seca por ha/Corte respectivamente. De esta forma, se denota nuevamente que al emplear Bokashy como fuente de materia orgánica se consiguen mejores respuestas productivas, lo cual probablemente se deba a que, paralelo al buen desarrollo foliar, se produzca la síntesis de sustancias orgánicas complejas que se ligan a las estructuras de la planta y arrojan un mayor tenor de materia seca al ser analizadas. En este sentido las respuestas halladas en una mezcla forrajera de *L. perenne* y *M. sativa*, obtuvo 7,88 tn/ha/corte de forraje en materia seca sin aplicación de materia orgánica y 11,69 tn/ha/corte (16).

Finalmente al contrastar los resultados se puede decir que siguen siendo inferiores, ya que en una mezcla forrajera de gramíneas y leguminosas, logró una producción de materia seca de 6,43 tn/ha/corte, con el empleo de Biol y 4,09 tn/ha/corte con el empleo de humus líquido (26); no obstante, las halladas en el presente estudio son superiores entre 1,28 y 1,57 tn/ha/corte, con el empleo de Humus, Vermicompost y Casting, en una asociación forrajera de iguales características, siguiendo de esta manera la tendencia de incrementar la productividad de las mezclas forrajeras al adicionar materia orgánica en su cultivo, sin olvidar el dominio que ejercen las condiciones medioambientales en las que se desarrolla cada una de las investigaciones (23).

### *3.2 Respuesta de una asociación de l. Multiflorum, m. Sativa y t. Pratense ante la aplicación de distintas fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.*

Los resultados del segundo corte de evaluación del comportamiento productivo de una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, se presentan en la Tabla 3, tales respuestas demostradas, se analizan posteriormente, tomando en consideración las características propias de cada especie para la zona, las condiciones medioambientales adversas en las que se desarrolló el experimento y la productividad como asociación forrajera.

	Abonos orgánicos				
	Testigo	Humus	Compost	Bokashy	Probabilidad
M. sativa:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	1,33b	1,18c	1,36b	1,58a	<0,0001
T. pratense:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	0,94b	0,97b	0,99b	1,30a	<0,0001
L. multiflorum:					



Relación Hojas/tallo (g/g)	6,31a	6,32a	7,89a	8,44a	0,1105
Longitud última hoja (cm)	26,68b	29,52b	28,08b	37,04a	<0,0001
Ancho última hoja (cm)	0,43b	0,45ab	0,43b	0,54a	0,0106
Mezcla forrajera:					
PFMV, Tn/ha/corte	5,75b	5,89b	5,89b	9,50a	0,001
PFMS, Tn/ha/corte	1,19a	1,21a	1,18a	1,58a	0,09

Tabla 3. Comportamiento productivo de una asociación forrajera de *M. sativa*, *L. multiflorum* y *T. pratense* como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.

PFMV: Producción de forraje en materia verde.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

PFMS: Producción de forraje en materia seca.

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (\*).

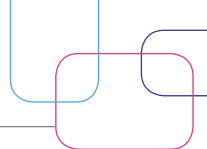
Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*). Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey.

### *Medicago sativa*

#### *Relación Hojas/Tallo (g/g)*

Las plantas de *M. sativa* presentaron una relación hojas/tallo (g/g) de 1,58 al aplicar Bokashy, dicho valor, al ser comparado con las medias de los otros tratamientos presenta diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), al aplicarse Compost las plantas arrojaron una relación hojas/tallo (g/g) de 1,36; al no incluir ninguna fuente de materia orgánica y con la adición de Humus se obtuvo 1,33 y 1,18 respectivamente como relación hojas/tallo, sin hallarse diferencias estadísticas significativas entre las mismas. Las relaciones hojas/tallo (g/g) de las plantas en mención, en el segundo corte de evaluación son ligeramente superiores a las del primer corte, ya que al incluir Bokashy en su cultivo, se alcanza mejores resultados en comparación con plantas que no recibieron. Entonces al lograr en este grupo un mejor y más rápido desarrollo de las plantas y de la asociación en conjunto, se decidió realizar el segundo corte de evaluación 15 días antes de lo previsto.

Tales respuestas, probablemente respondan a que esta fuente de materia orgánica posee la ventaja de liberar los elementos químicos, de una manera lenta, cuya acción se prolonga en el tiempo; a más de restablecer el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo e incrementar la cantidad y diversidad de la flora microbiana benéfica; lo que probablemente, en conjunto ejerció influencia para esta especie. Este resultado, puede ser comparado al adicionar Bokashy 5 tn/ha, 5 días post corte en el cultivo de *M. sativa*, logró incrementar el número de tallos por planta (27), tal resultado podría ser extrapolado al nuestro, ya que igual que en esta experiencia, se obtienen las mejores relaciones Hojas/tallos (1,58 g/g) cuando se incluye Bokashy como fuente de materia orgánica en su cultivo. Esto se debe a que los micro elementos se presenten en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6.5 a 7), al usar esta fuente de materia orgánica en este tipo de cultivos (14).



### *Trifolium pratense*

#### *Relación Hojas/Tallo (g/g)*

La respuesta en cuanto a la relación hojas/tallo (g/g) que se halló al evaluar el *T. pratense* en el segundo corte, no mostró diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ), por efecto de la aplicación de las diferentes fuentes de materia orgánica, no obstante, numéricamente se dilucida que a las plantas en las que se les aplicó Bokashy alcanzaron la mejor relación hojas/tallo, ésta fue de 1,30; seguidas de las plantas tratadas con Compost, Humus y sin adición de materia orgánica, las cuales presentaron una relación hojas/tallo de 0,99, 0,97 y 0,94 en su orden. De esta manera se nota que de entre las fuentes de materia orgánica evaluadas, el Bokashy es el que mejores resultados numéricos muestra en el segundo corte de evaluación, sin olvidar recalcar que al aplicar materia orgánica en cualquiera de los casos, las características foliares de las plantas presentes en la asociación mejoran, lo cual puede atribuirse a que al adicionar materia orgánica en el cultivo se logran beneficios tanto en lo físico, químico y microbiológico del suelo, además de que se contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciéndolo más poroso y mejorando su manejabilidad (28).

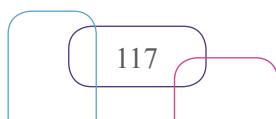
La relación hojas/tallos en las plantas de trébol en el segundo corte son mejores que las del primer corte, pero con la diferencia de que en el primer corte se destacó el Compost y en el segundo el Bokashy 0,96 y 1,30 g/g respectivamente. Los resultados logrados en este segundo corte de evaluación podrían ser comparados (29) al estudiar una leguminosa forrajera, que alcanzó un incremento del 18% en el indicador que usó para medir el desarrollo foliar, al aplicar materia orgánica, en comparación con el tratamiento control; de igual forma en este caso se incrementó un 38% en la relación hojas/tallos al adicionar Bokashy, en contraste con el tratamiento testigo.

### *Lolium multiflorum*

#### *Relación Hojas/Tallo (g/g)*

Los resultados para la relación hojas/tallo hallada en el *L. multiflorum*, como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ), entre las medias presentadas, los valores hallados fueron 8,44 para las plantas del grupo al que se les aplicó Bokashy, éstas fueron las que más se destacaron, en relación a las plantas del grupo a las que se les trató con Compost, Humus y las del tratamiento testigo, mismas que presentaron una relación hojas/tallo de 7,89; 6,32 y 6,31, respectivamente. Es pertinente indicar que en el *L. multiflorum*, al igual que en las anteriores especies evaluadas, la relación hojas/tallo en las plantas del segundo corte, son superiores que las del primer corte.

Cabe recalcar lo mencionado, en cuanto a que al incluir Bokashy como fuente de



materia orgánica, se alcanzan mejores resultados en contraste con las plantas que no recibieron, ya que en los dos cortes consecutivos se alcanzaron mejores respuestas con dicho tratamiento. Esto podría deberse a que mejoró la dinámica de los procesos de descomposición de los materiales orgánicos, su acción residual, aporte en la nutrición de las plantas y propiedades del suelo, mediante la adición de esta fuente de materia orgánica, en este cultivo forrajero (30). Pese a no existir diferencias estadísticamente entre las medias de los tratamientos en cuanto a la relación hojas/tallos en el raygrass, en una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, en el segundo corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, es importante que se indique que debido al crecimiento de las plantas influenciadas por la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, se puede pensar que en cualquiera de los casos su desarrollo foliar es superior al contrastarlo con el del tratamiento que no recibió ninguna fuente de materia orgánica; recalcando una vez más que aquellas plantas afectadas por el Bokashy presentaron un número mayor en la relación hojas/tallos en relación al resto.

#### *Longitud de la última hoja completamente elongada (cm)*

Para el segundo corte de evaluación, la longitud de la última hoja completamente elongada del *L. multiflorum*, fue mayor cuando se utilizó Bokashy como fuente de materia orgánica, ya que tuvo una media de 37,04 cm, que estadísticamente presenta diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), en comparación con las medias de las longitudes determinadas en los grupos Humus y Compost que presentaron longitudes de 29,52 y 28,08 cm respectivamente, sin existir diferencias estadísticas significativas entre los mismos. Al comparar las mejores longitudes de la última hoja completamente elongada, de *L. multiflorum* en el primer corte (38,04 cm), con las del segundo corte 37,04 cm, se entiende que en el segundo corte de evaluación el desarrollo de las plantas fue menor, lo que pudo deberse principalmente a que se realizó tal corte 15 días antes de lo previsto, para obtener resultados más confiables en cuanto a la relación hojas / tallos de las leguminosas, inclusive se puede decir que posiblemente se debe también a las condiciones climáticas adversas imperantes en la época en que se desarrolló el experimento, ya que por efecto de las diferentes fuentes de materias orgánicas empleadas, el comportamiento mostrado por las plantas es similar en ambas evaluaciones, presentando siempre las mejores respuestas en el grupo tratado con Bokashy.

La reacción mostrada al aplicar Bokashy, se cree es explicada debido a que éste a más de liberar fitohormonas y fitorreguladores naturales, también proporciona fósforo para facilitar el desarrollo foliar, tallos y flores. Esta respuesta podría ser similar a las determinadas puesto que éste en el segundo corte de evaluación, en una mezcla de iguales características a la estudiada, dentro de un indicador que mide el desarrollo foliar al igual que el presente, logró demostrar que adicionando distintos tipos de materia orgánica se logra incrementar el desarrollo foliar de las gramíneas dentro de la asociación forrajera, al compararlas con las de su

grupo control; en cualquiera de los casos se puede pensar que al adicionar materia orgánica a una asociación de gramíneas y leguminosas se hallarán mejores resultados (25).

#### *Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada*

El ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada del *L. multiflorum*, hallada por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P>0,05$ ), no obstante, esto numéricamente se observa que los mejores resultados pertenecen al grupo al que se le aplicó Bokashy, en el cual se obtuvo como respuesta un ancho medio de 0,54 cm. En los tratamientos restantes, se determinó un ancho de 0,45, 0,43 y 0,43 cm, para los grupos Humus, Compost y testigo en su orden. De esta manera, una vez más se corrobora que el efecto de las diferentes fuentes de materias orgánicas empleadas, es similar para los dos cortes de evaluación en el comportamiento mostrado por las plantas, presentándose siempre las mejores respuestas en el grupo tratado con Bokashy, y por el contrario las plantas más pequeñas fueron las del grupo testigo (sin ninguna fuente de materia orgánica).

Esta diferencia puede deberse a que el Bokashy mejora las características físicas (textura y estructura), químicas (adsorción, precipitación, transporte y mineralización) y biológicas (micro flora y micro fauna) del suelo, por lo que las plantas de *L. multiflorum* tuvieron mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos. No se puede dejar de mencionar que los resultados obtenidos en esta variable para el segundo corte de evaluación son un tanto menores que las del primer corte, esto podría ser explicable al haber realizado este corte 15 días antes, por motivos que ya han sido bastamente descritos. La aplicación de Bokashy influye positivamente en el desarrollo de la gramínea que forma parte de su asociación forrajera, logrando incrementar un 14% de desarrollo foliar en comparación al no aplicar ningún bioabono en su cultivo; en nuestro caso se logró incrementar 25% en el desarrollo foliar de la gramínea al aplicar Bokashy, comparando el resultado obtenido con el del grupo testigo (21).

#### *Mezcla Forrajera*

##### *Producción de forraje verde tn/ha/Corte*

Las medias de la producción de forraje verde (tn/ha/Corte), halladas como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, en el segundo corte de evaluación, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P<0,01$ ), lográndose las mejores respuestas al aplicar Bokashy, en donde se obtuvo una producción de forraje verde de 9,50 tn/ha/Corte; comparadas con las parcelas del grupo Compost, Humus y testigo, en las cuales se determinaron producciones de 5,89, 5,89 y 5,75 tn/ha/Corte en su orden, sin denotarse diferencias estadísticas entre las mis-

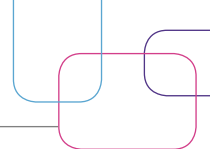


mas. De esta manera se demuestra que la producción de forraje verde es mayor con la utilización de Bokashy en los dos cortes consecutivos, esto posiblemente responda a que con su uso no sólo se beneficia al aspecto nutricional sobre las plantas, sino todos los componentes relacionados con la fertilidad y productividad del suelo, entre ellos podemos contar los efectos regenerativos como la estimulación inmediata de la actividad biológica, mejoras en propiedades físicas, tales como estructura, retención de humedad y reducción de la densidad aparente, cambios en propiedades bioquímicas, tales como la actividad de fosfatasa ácida, de la deshidrogenada y mejoras en las propiedades químicas como aumentos en la disponibilidad de nutrientes; finalmente se debe mencionar que la producción fue mayor en el primer corte de evaluación, en relación al segundo, esto responde a la anticipación del corte. La aplicación de Bokashy influencia positivamente en la producción de forraje en una asociación de gramíneas y leguminosas, donde este investigador halló 6,20 Tn/Ha/Corte al adicionar Bokashy en su cultivo. Tal respuesta puede ser menor a la hallada en el presente experimento, siendo explicable debido a los factores medioambientales (21).

#### *Producción de forraje en materia seca tn/ha/Corte*

En el segundo corte de evaluación, las producciones de materia seca más altas de la mezcla forrajera de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, se registraron en las plantas que pertenecieron al grupo que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica, las cuales llegaron a producir 1,58 tn/ha/corte, valor que al compararlo con las medias de los otros tratamientos, no presenta diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ); las respuestas registradas al utilizarse Humus, al no incluirse ninguna fuente de materia orgánica y al adicionar Compost, fueron 1,21, 1,19 y 1,18 tn de materia seca por ha/Corte respectivamente.

La mejor producción de forraje en materia seca en el primer corte fue superior (1,86 tn/ha/corte), en contraste con la obtenida en el segundo corte (1,58 tn/ha/corte), tales cifras responden probablemente a lo anticipado del segundo corte de evaluación y a las condiciones meteorológicas a las cuales estuvo sometido el experimento durante la segunda etapa del mismo, no obstante durante ambos cortes de evaluación el tratamiento que claramente destacó fue el que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica; esto posiblemente responda a su influencia sobre el ciclo del N, que probablemente determinaron que éstas fueran generalmente más altas, además de que por ser material parcialmente estable de lenta descomposición, fue capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir al suelo (16). En una mezcla forrajera *L. perenne* y *M. sativa*, obtuvo producciones de forraje en materia seca de entre 7,88 y 11,69 tn/ha/corte de igual forma con las respuestas logradas (26), en la mezcla forrajera de *M. sativa* y *Arrhenatherum elatius* con una producción de materia seca de entre 4,09 tn/ha/corte y 6,43 tn/ha; ambas son superiores a las halladas en este experimento, pero éstas son notablemente superiores con respecto a las encontradas (23), quien alcanzó en la mezcla forrajera de pasto azul más alfalfa, producciones de entre 1,28 y 1,57 tn/ha/corte, empleando humus, vermicompost.



### 3.3 Composición bromatológica de la mezcla forrajera

A continuación, en la Tabla 3, se presenta de manera resumida la cuantificación de ceniza (parte mineral o inorgánica), la humedad higroscópica y la concentración de nitrógeno total en forma de amoníaco presente en la muestra de forraje tomada de cada uno de los tratamientos empleados en el presente estudio.

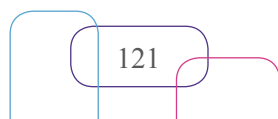
TRATAMIENTO	%				
	HUMEDAD	CENIZAS	PROTEÍNA	FIBRA	MATERIA SECA
Testigo	79,34	10,96	21,35	20,05	20,66
Humus	79,35	11,89	18,72	21,82	20,65
Compost	79,95	12,1	20,02	22,66	20,05
Bokashy	83,34	12,41	23,87	20,09	16,66

Tabla 3. Composición bromatológica (%) de una asociación forrajera de alfalfa, ray grass y *T. pratense*, como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

Fuente: INIAP. Estación experimental Santa Catalina, departamento de nutrición y calidad, laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos. (2015).

Realizando una relación comparativa, entre las respuestas obtenidas de una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, en cuanto al contenido nutricional, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, podemos partir del contenido de humedad que presentaron cada uno de los tratamientos, entre éstos se destaca el grupo tratado con Bokashy como fuente de materia orgánica, el cual reportó un contenido de humedad del 83,34 %, seguido del grupo que recibió Humus con 79,95 %, posteriormente se ubicó el tratamiento Compost y testigo, los cuales mostraron 79,35 y 79,34 % de humedad respectivamente.

En cuanto al de cenizas, el más destacado fue el tratamiento que respondió a la aplicación de Bokashy, el cual arrojó un contenido de 12,41 % de cenizas en su composición, seguido del tratamiento al que se adicionó Compost, Humus y testigo, donde se halló 12,10; 11,89 y 10,96 % de contenido de cenizas en su orden. En lo que respecta al contenido proteínico sobresale una vez más el tratamiento que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica, el cual arroja un tenor del 23,87 % de proteína, seguidamente se observa al tratamiento testigo, el cual reporta un contenido proteínico del 21,35 %, seguidamente se muestran los grupos tratados con Compost y Humus, los cuales muestran un contenido del 20,02 y 18,72 % de proteína respectivamente. Finalmente, en cuanto al contenido de fibra se ratifica la superioridad del grupo que fue tratado con Bokashy, ya que éste denota un tenor de 20,09 % de fibra, levemente superior al arrojado por el tratamiento testigo (20,05); los tratamientos que se ubicaron posteriormente fueron los que recibieron Humus y Compost, los cuales reportaron contener 21,82 y 22,66 % de fibra en su orden. Por lo antes detallado, se ratifica que, con la aplicación de fuentes de materia orgánica, en especial de Bokashy, el contenido





nutricional de las plantas mejora notablemente en cada uno de los puntos analizados, además con la aplicación de la materia orgánica, el tiempo de recuperación y desarrollo vegetativo se acortó.

Es importante destacar que estas repuestas reflejadas al aplicar diferentes fuentes de materia orgánica, son superiores a las obtenidas en una asociación de gramíneas y leguminosas, con una humedad del 71,90 % en su tratamiento control y un contenido de proteína del 21,78% al aplicar casting (23); sin dejar de mencionar que el mismo autor logró un contenido del 18,70% de ceniza al aplicar casting en su asociación forrajera, tal respuesta es notablemente superior a la hallada en la presente investigación para este punto dentro de la composición bromatológica.

### 3.4 Análisis económico

Para obtener el índice económico beneficio/costo de un año de producción (Tabla 4), se consideraron los ingresos estimados por la comercialización de forraje y se los relacionó con los egresos totales que se efectuaron en la producción de una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense* en una hectárea, considerando una aplicación trimestral de materia orgánica para cada uno de los abonos orgánicos empleados, sin olvidar que no se contempló dentro de esto, las inversiones fijas. De tal manera, se halló una mayor rentabilidad cuando se aplicó Bokashy como fuente de materia orgánica, con dicha fuente de materia orgánica se obtuvo un beneficio/costo de 1,86, esta cifra nos indica que por cada dólar invertido en producir una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, se espera obtener una rentabilidad de 86 centavos (86 %), esta rentabilidad se reduce hasta un 35 % (Beneficio/Costo de 1,35), al no adicionar ninguna fuente de materia orgánica en tal asociación, con el uso de Humus en la producción de la asociación ya mencionada, se alcanza una rentabilidad del 33 % (Beneficio/Costo de 1,33), finalmente la rentabilidad económica fue de apenas el 26 % o un Beneficio/Costo de 1,26 en las plantas tratadas con Compost. Ante estos indicadores, se considera que los mejores indicadores productivos y económicos se alcanzan al utilizar Bokashy como fuente de materia orgánica en una asociación de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*; inclusive cabe recalcar que esta es una buena opción de negocio, ya que la rentabilidad que se podría obtener es mayor que el interés de oportunidad, aquel que ofrece la banca.

Egresos		Abonos orgánicos			
		Testigo	Humus	Compost	Bokashy
Mano de obra, \$	1	1200	1200	1200	1200
Fertilizante de mantenimiento	2	2000			
Humus	3		2133,32		
Compost	4			2311,08	
Bokashy	5				2666,64
Uso del terreno, \$	6	200	200	200	200
<b>Total, Egresos</b>		<b>3400</b>	<b>3533,32</b>	<b>3711,08</b>	<b>4066,64</b>

Producción de forraje verde, tn/ha/corte		5,75	5,9	5,89	9,50
Nº cortes/año		8	8	8	8
Producción forraje verde, tn/ha/año		46	47,2	47,12	76
Ingreso por venta de forraje, \$	7	4600	4720	4712	7600
<b>Beneficio/Costo</b>		<b>1,35</b>	<b>1,33</b>	<b>1,26</b>	<b>1,86</b>

Tabla 4. Análisis económico (dólares) de la producción anual de forraje verde de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.

1: Jornal \$100,00 mensual.

2: Fertilizante de mantenimiento: \$500 la dosis/aplicación.

3: Humus: \$533,33 las 4 tn, cada saco de 45 kg a \$6,00

4: Compost: \$577,77 las 4 tn, cada saco de 45 kg a \$6,50.

5: Bokashy: \$666,66 las 4 tn, cada saco de 45 kg a \$7,50.

6: \$200,00 anuales / ha.

7: \$0,10 / kg de forraje verde.

## 4. Conclusiones

En el primer corte de evaluación de la asociación forrajera de *L. multiflorum*, *M. sativa* y *T. pratense*, las diferentes fuentes de materia orgánica incluidas produjeron efectos altamente significativos en la producción de forraje y en el *L. multiflorum*, mejorando su relación Hoja/Tallo (g/g) y la longitud de la última hoja completamente elongada (cm), pero no influyeron estadísticamente en las relaciones Hoja / Tallo (g/g) de las leguminosas.

La mejor producción de forraje verde (11,17 tn/ha/corte), en el primer corte se consiguió con la inclusión de Bokashy, al igual que en materia seca (1,86 tn/ha/corte), de esta manera que se consiguió incrementar en 5,85 tn de forraje verde/ha/corte y 0,77 tn de forraje en materia seca/ha/corte con respecto a las parcelas que no tuvieron adición de fuente de materia orgánica alguna.

En el segundo corte de evaluación, la utilización del Bokashy presentó mejores respuestas estadísticas que las otras fuentes de materia orgánica empleadas, ya que la *M. sativa* mostró una relación Hoja / Tallo (g/g) de 1,58, al igual que el *T. pratense*, el cual mostró una relación Hoja / Tallo (g/g) de 1,30.

En las producciones de forraje verde en el segundo corte igualmente con el Bokashy se alcanzaron las mejores respuestas altamente significativas estadísticamente, obteniéndose 9,50 tn de forraje verde/ha/corte, no así en la producción de forraje en materia seca por ha y corte, donde numéricamente se obtuvo 1,58 tn, con la adición del mismo.

## Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

## Referencias

1. The fertilizer institute (tfi). 2012. What is the Role of Fertilizer in Today's Society. Washington, D.C., USA. Disponible en: <<http://www.tfi.org/voice/what-role-fertilizer-today's-society>>, revisado el 27-02-2015.
2. Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia. En: *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 15, No. 10. pp 1-16.
3. Llive, F., et al. 2015. Vulnerabilidad y dependencia internacional de fertilizantes en el Ecuador. Instituto de Altos Estudios Nacionales, Centro de Prospectiva Estratégica. Documento de Trabajo 2015\_04. pp 1 – 28.
4. Álvarez, J. 2014. Manual de compostaje para la agricultura ecológica. Servicio de Asesoramiento a los Agricultores y Ganaderos. Dirección General de la Producción Ecológica. España.
5. Anderson, S., C. B. Marks, R. Lazarus, J. Miller, K. Stafford, S. Seymour, D. Light, W. Rastetter, and D. Estell. 1985. Production of 2-keto-L-gluconate, an intermediate in L-ascorbate synthesis, by a genetically modified *Erwinia herbicola*. *Science* 230: 144–149.
6. García, F. y Picono L. 2004. Fosforo: Dinámica y manejo en sistemas de siembra directa. *Informaciones Agronómicas*. N.-55 OCTUBRE -INPOFOS (Ecuador).
7. Ramírez, J. et al. 2012. Efecto de la fertilización orgánica en la producción de semillas de *Andropogon gayanus* cv. CIAT-621 y *Pueraria phaseoloides* cv. CIAT-9900. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Cascajal. La Habana, Cuba. En: *Pastos y Forrajes*, Vol. 25, No. 2. pp 81 – 85.
8. Ramírez, M. C. et al. 2000. Época de corte y composición nutricional, sitio y grado de digestión de Ballico anual (*Lolium multiflorum*) en novillos. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. En: *Agrociencia*. Vol. 34, No. 4. Colegio de Postgraduados Texcoco, México. pp. 413-422.
9. Ramírez-Builes, V. y Duque, N. 2010. Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Santa Rosa de Cabal. Risaralda, Colombia. En: *Acta Agronómica*, vol. 59, No. 2. pp 155-161.
10. Cerrato, M.; Leblanc, H. y Kameko, C. 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, vol. 3. pp 183-197.
11. Banik, S. and B. K. Dey. 1982. Available phosphate content of an alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate-solubilizing microorganisms. *Plant Soil* 69: 353–364.
12. Ramos, D. y Alfonso, E. 2014. Generalities of the organic manures: Bocashi's importance like nutritional alternative for soil and plants. En: *Cultivos Tropicales*. Vol. 35, No. 4. pp 52-59.
13. De Luna, A., et al. 2011. Evaluación de diferentes compostas tipo Bocashi elaboradas con estiércol de bovino, cerdo, ovino y conejo. Universidad de Guadalajara. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. División de ciencias agropecuarias. Guadalajara, México. pp 1 – 4.
14. De Luna, A. y Vázquez, A, E. 2009. Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. pp 4-12.
15. Dos Santos, L. et al. 2010. Sustainable vegetable crop supply problem. *European Journal of*

- Operational Research. pp 639-647.
16. Conn, V. M. and C. M. Franco. 2004. Analysis of the endophytic actinobacterial population in the roots of wheat (*Triticum aestivum* L.) by terminal restriction fragment length polymorphism and sequencing of 16S rRNA clones. *Appl. Environ. Microbiol.* 70: 1787–1794.
  - Celador, V. 1976. Mezclas forrajeras y pratenses con semillas selectas. En: *Agricultura, Revista agropecuaria*. XXVIII suplemento al índice general de materias. Edit. Agrícola Española S. A. Caballero de García, Madrid, España. pp 750.
  17. Díaz, R. y Suárez, A. 2001. Evaluación de tres dosis de Bocashi en el cultivo de lechuga tipo romana en La Esperanza, Honduras. Proyecto demostrativo de agricultura la esperanza. p 33.
  18. Fúnez, M. 2001. Efecto de la aplicación de tres dosis de Bocashi y una dosis de compost en los rendimientos del maíz dulce c.v. Don Julio cultivado bajo sistema orgánico. FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA. Comayagua, Honduras.
  19. Das, K., V. Katiyar, and R. Goel. 2003. ‘P’ solubilization potential of plant growth promoting *Pseudomonas* mutants at low temperature. *Microbiol. Res.* 158: 359–362.
  20. Vásquez, D. 2008. Producción y evaluación de cuatro bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador pp 52 – 66.
  21. Morey, M. 1974. Ecología del género *Trifolium* en relación con el pH del suelo en la Provincia de Guadalajara. En: *Revista Pastos*. Vol. 4, No 2. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. pp 209-219.
  22. Álvarez, M. A., Gagne, S. y Antoun, H., 1995. Effect of compost on rhizosphere microflora of the tomato and on the incidence of plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 61 (1), 194-199.
  23. Ávalos, R. et al. 2012. Recomendaciones en la elaboración del abono orgánico tipo Bocashi. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sitio Experimental Valle de Santo Domingo. Cd. Constitución, Baja California. No. 23, pp 2.
  24. Bloem, J., 1994. Dynamics of microorganisms, microbivores and nitrogen mineralisation in winter wheat fields under conventional and integrated management. *Agriculture Ecosystems and Environment* 51 (1-2), 129-143.
  25. Guevara, G. 2011. Evaluación de tres abonos líquidos foliares enriquecido con microelementos en la producción forrajera de una mezcla de *Medicago sativa* y *Arrhenatherum elatius*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 28 – 58.
  26. Businelli, M., Gigliotti, G. Y Giusquiani, P. L., 1990. Applicazione del compost da RSU in agricoltura. I: effetto sulla produttività del mais e desino dei nutrienti e dei metalli pesanti nel terreno. *Agrochimica* 35 (1-2-3), 13-25.
  27. Eghball, B. Ginting, D. y Gilley J. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. University of Nebraska. Lincoln, USA. pp 442-447.
  28. Aragadway, R. 2010. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa).
  29. Caballero, R., y Goicoechea, E. L. 2011. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos, composición y valor nutritivo del raygrass italiano (*Lolium multiflorum*, variedad *Westerwoldicum*). pp 114-124.

# CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LOS HUEVOS DE GALLINAS DE CAMPO EN LA CANASTA COMUNITARIA UTOPIÁ

(CHARACTERIZATION OF THE PRODUCTIVE CHAIN OF FREE-RANGE  
HENS EGGS IN THE UTOPIA COMMUNITY BASKET)

Zoila Gabriela Peña Robayo<sup>(1)</sup>, César Antonio Camacho León<sup>(1)</sup>,  
Antonio José Morales de la Nuez<sup>(2)</sup>, Diego Iván Cajamarca Carrasco<sup>(2)</sup>,  
Luis Agustín Condolo Ortiz<sup>(1)</sup>, Luis Antonio Velasco Matveev<sup>(1)</sup>,  
Julio Mauricio Oleas López<sup>(2)</sup>, Maritza L. Vaca -Cárdenas<sup>(2)\*</sup>

(1) Carrera de Zootecnia. Facultad de Ciencias Pecuarias.

(2) Industrias Pecuarias. Facultad de Ciencias Pecuarias  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. E-mail: maryvcec@gmail.com (Maritza Lucía Vaca Cárdenas)

## RESUMEN

La Fundación “Utopía”, lleva a cabo el proyecto denominado Canasta Comunitaria, localizado en Riobamba – Chimborazo, se estudió la caracterización de la cadena productiva de los huevos de gallina de campo de los productores de Tzimbuto, La Liberta y Pusuca, con un tamaño de muestra de 81 gallinas, se empleó estadística descriptiva en la que mediante medidas zoométricas y características fanerópticas se determinó que las aves fueron de tipo ligero, presentaron un peso promedio de 1164,29, 2097,44 y 1379,24 gramos respectivamente. Para el análisis de la calidad de los huevos se muestrearon 29 unidades de forma aleatoria presentando un peso promedio de 47,24 g; largo de 55,24 y ancho de 41,66 mm; peso y grosor de la cáscara 4,90 g y 0,42 mm. Las características de la yema se analizaron con el colorímetro Konica Minolta CR – 400 observándose valores de luminosidad de 57,62 L\*, color rojo de 5,53 a\* y color amarillo de 47,15 b\*. El costo de producción de un huevo es de USD 0,21, ofertándose en “Utopía” a USD 0,25; obteniéndose un beneficio/costo de USD 1,19 a nivel de canasta con un consumo quincenal de 30 unidades a un precio de USD 7,50 por cubeta. El estudio de mercado presentó una demanda insatisfecha 18,46 %.

**Palabras clave:** *medidas zoométricas y fanerópticas, gallinas criollas, huevos de gallina de campo.*

## ABSTRACT

“Utopia” Foundation carries out a project called Community Basket, located in Riobamba – Chimborazo. The characterization of the productive chain of free-range hens’ eggs from the producers of Tzimbuto, La Libertad and Pusuca was studied, with a sample size of 81 chickens. Descriptive statistics was used in which by means of zoometric measurements and phaneroptic characteristics, it was determined that the birds were of a light type, showing an average weight of 1164.29, 2097.44 and 1379.24 grams respectively. For the analysis of egg quality, 29 units were

randomly sampled with an average weight of 47.24 g; length of 55.24 and width of 41.66 mm; weight and thickness of the shell of 4.90 g and 0.42 mm. The yolk characteristics were analyzed with the Konica Minolta CR - 400 colorimeter, observing brightness values of 57.62 L \*, red color of 5.53 a\* and yellow color of 47.15 b\*. The cost of production of one egg is 0.21 USD, being offered at 0.25 USD in “Utopia”; obtaining a benefit / cost of 1.19 USD at basket level with a biweekly consumption of 30 units at a price of 7.50 USD per bucket. The market study presented an unsatisfied demand of 18.46%.

**Key words:** *zoomometric and phaneroptic measurements, creole hens, free-range hen's eggs*

## 1. Introducción

A nivel mundial la avicultura en el sector agropecuario ha experimentado un notable desarrollo en la producción de carne y huevos para consumo y comercialización, debido a los avances que se han venido dando en sus diferentes características especialmente en: genética, nutrición y a los programas de bioseguridad en la producción avícola (Ochoa, 2014). Una de las actividades de gran importancia en el sector rural, para las familias campesinas es la producción de aves de corral por su contribución a la economía familiar y por ser un recurso zogenético del Ecuador (Villacís, 2014). La gallina criolla o de campo va generando importancia científica, no solo por el interés social y económico del productor rural, sino también por la conservación del recurso genético que a través del tiempo se ha ido adaptando al medio por su rusticidad y manejo (Villacís, 2014). Para el poblador de las zonas rurales la cadena productiva de huevos de campo establece un eslabón para determinar si está o no siendo un aporte para su familia como fuente de proteína de alto valor nutricional, así como también de fuente de ingreso que contribuya a su economía, generando cadenas de comercialización del productor al consumidor

## 2. Materiales Y Métodos

El presente trabajo de investigación se lo realizó en el proyecto de la Canasta Comunitaria de la Fundación “Utopía”, ubicada cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, con una duración de 120 días aplicándose estadística descriptiva que contemplo el cálculo de medidas de tendencia central como son: Media, Mediana, Moda, y de dispersión, Desviación Estándar, Error Estándar y la prueba de t'student, a un total de 81 gallinas de distintos pesos y edades, pertenecientes a los productores de los sectores de Tzimbuto, La Liberta y Pusuca tomando como variables de estudio los siguientes componentes: Social, analizándose el total de familias (50 familias) productoras de huevos, así como también a los 65 consumidores a los que se les aplicó la técnica de la encuesta para determinar los siguientes datos: número de integrantes familiares, nivel educativo, migración



del sector y actividad económica. El componente productivo se consideraron las características morfológicas tomadas individualmente y anotadas en una planilla, siguiendo la metodología de la FAO (1981) y adaptadas por Pérez, & Polanco, (2003) y Lázaro, et al. (2012); se seleccionaron dos descriptores que tienen directa relación con la diferenciación morfológica de las gallinas, como son las zoométricas para llevar a cabo las mediciones de las variables: peso corporal (g), longitud de la cabeza (cm), anchura de la cabeza (cm), longitud de orejillas (cm), longitud de cresta (cm). Ancho de cresta (cm), longitud de pico, longitud de cuello (cm), longitud dorsal (cm), longitud ventral (cm), perímetro del tórax (cm), anchura femoroilíaca (cm), perímetro del tórax (cm), longitud de ala humero (cm), longitud de ala media radio cubito (cm), longitud de ala distal falanges (cm), longitud de muslo fémur (cm), longitud de pierna tibia tarso (cm), circunferencia de pierna tibia tarso (cm), longitud de caña tarso metatarso (cm), longitud de dedo medio tercera falange (cm), longitud de espolón primera falange (cm) y las medidas fanerópticas, cuyos indicadores fueron: color de pluma, tipo de cobertura del plumaje, tipo de cresta, color de orejilla, color pico, color de piel, color de tarso, presencia de plumas en las patas. Para analizar la calidad del huevo se utilizaron 29 huevos provenientes de las tres comunidades, los cuales fueron pesados y medidos con un pie de rey con precisión de 0,02 mm, el ancho del huevo, largo de huevo, y grosor de la cascara. El Colorímetro Konica Minolta CR – 400, ofrece una interpretación tridimensional del color del objeto a ser evaluado y discrimina perfectamente los componentes de aquello que el ojo humano sólo distingue como uno, se obtuvo el color de la yema de los huevos en tres escalas L\*(luminosidad), a\* (enrojecimiento y enverdeamiento), b\* (amarillamiento y azulamiento), estos fueron pesados y medidos de manera individual, para lo que se empleó una balanza digital Marca CAMRY, un pie de rey con precisión de 0,02 mm, cinta métrica y el colorímetro Konica Minolta CR – 400.

### **3. Resultados Y Discusión**

#### *3.1 Componente Social*

En lo referente al número de integrantes por familia se pudo determinar que: el 28 % de hogares están formados por 5 personas; seguido por un 20 % de hogares con 3 personas, 16 % de hogares con 4 personas, 14 % hogares con 2 personas, 10 % de hogares con 1 persona; 6 % de hogares con 7 personas; 4 % de hogares con 8 personas; y para finalizar 2 % de hogares con 6 personas como se ilustra en el Gráfico 1.

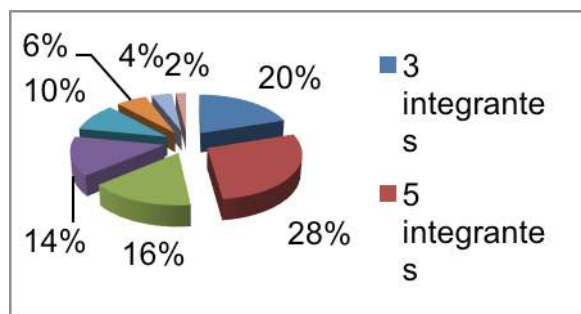


Gráfico 1. Número de integrantes por familia

Para el lugar de procedencia de los productores, se aprecia que el mayor número de encuestados pertenecen a la Comunidad de Tzimbutu que correspondió al 94 % de la población, seguido por la Comunidad La Victoria “Pusuca” con el 4 % y por último la Comunidad de la Bayushig “Libertad” con un 2 %, que no están totalmente convencidos del programa de canasta comunitaria y su producción es individual como se muestra en el Gráfico 2.

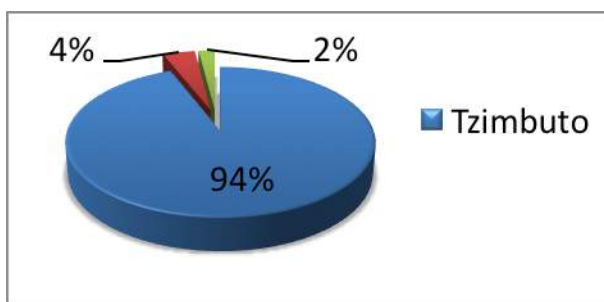


Gráfico 2. Lugar de origen y procedencia

Al evaluar el nivel de instrucción se encontró que el 74 % de los encuestados poseen nivel primario, seguido de un 12 % de analfabetos y un 12 % de instrucción secundaria, y únicamente el 2 % de la población cuenta con un nivel de educación superior (Gráfico 3). Apreciándose que en las comunidades evaluadas todavía existe un cierto grupo social analfabeto y que se debería crear una conciencia social para que exista un aporte por parte del estado, para que cubra la necesidad de educación de las personas; así como también, sociabilizar a las personas sobre la necesidad de adquirir conocimientos, más allá de los elementales para permitir el desarrollo de cada una de las comunidades y que su producción sea más tecnificada sea agrícola o pecuaria, para que los productos consigan una mayor calidad y evitar algún tipo de riesgo que puede terminar con su base de sustento .



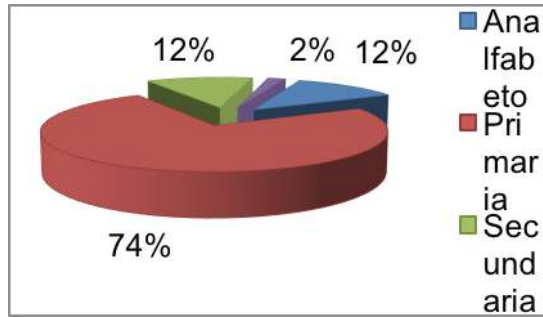


Gráfico 3. Nivel de Instrucción.

Para ítem migración se pudo determinar que los productores en estudio realizan una migración a otra ciudad teniendo el 97 % de respuesta y un 3% sale fuera del país, como se pudo observar (Gráfico 5).

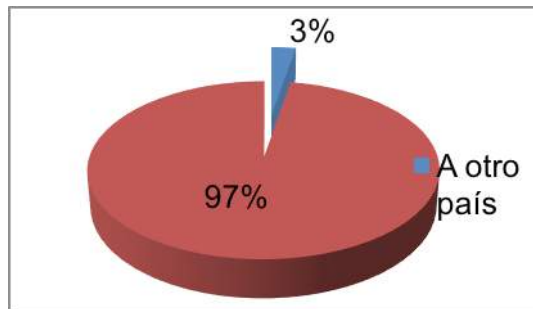


Gráfico 5. ¿A qué lugar migra frecuentemente?

En el análisis del ítem referente a la actividad económica que desempeñan las familias de las comunidades Tzimbutu, La Libertad y Pusuca, se determinaron que el 50 % de familias tiene como actividad la principal la ganadería, seguido con el 49 % actividad agrícola, y el 1 % son empleados privados (Gráfico 6).

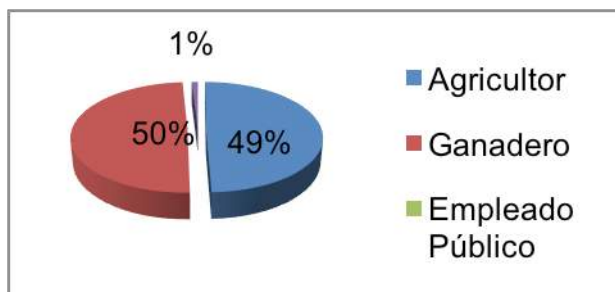
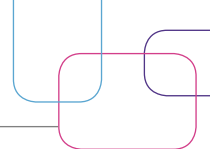


Gráfico 6. ¿Cuál es la actividad económica que desempeña?



### 3.2 Medidas zoométricas

#### *Longitud de la cabeza, cm*

El parámetro de longitud de cabeza más alto con 5,71 cm, se presentó en la comunidad de Pusuca seguido por La Libertad con 5,24 cm y finalmente con 4,96 cm en las gallinas de Tzimbuto. Los datos reportados para longitud de cabeza por Lázaro, et al. (2012) en gallinas del estado de Puebla (México) fue de 5,40 cm siendo inferior al del estudio.

#### *Longitud de Cresta, cm*

El promedio más alto de longitud de cresta se registró en la comunidad Pusuca con 3,97 cm, seguido por La Libertad con 3,30 cm y finalmente Tzimbuto presento una longitud promedio más bajo con 3,24 cm. El promedio obtenido Pusuca con 3,97 cm fue inferior al dato reportado por Lázaro, et al. (2012), en gallinas del estado de Puebla (México) con 7,05 cm, como se ilustra en el Cuadro 1.

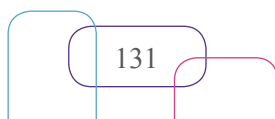
#### *Longitud de Orejillas, cm*

La longitud promedio de orejillas más alta se obtuvo en la comunidad Pusuca con 1,28 cm, seguido por Tzimbuto con 1,03 cm y finalmente en La Libertad presento el promedio más bajo con 0,86 cm. El resultado de este parámetro obtenido en Pusuca, fue inferior al dato reportado por Polanco, et al. (2004) en gallinas de la región central de Cuba; Lázaro, et al. (2012), en gallinas del Estado de Puebla (México) y por Ochoa, (2014) en gallinas del cantón Puyango (Loja) que fueron de 2.00 cm, 1.76 cm, y 1.35 cm en su orden.

#### *Longitud de Pico, cm*

El promedio en longitud de pico más alto se registró en la comunidad Pusuca de 3,08 cm seguido por Tzimbuto con 2,97 cm y finalmente con un promedio inferior La Libertad 2,83 cm. Los datos reportados en la longitud de pico por Andrade, et al (2015) en gallinas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola (Pastaza) con 3,61 cm, fueron superiores al reportado por Pusuca.

	<b>La Libertad</b>	<b>Pusuca</b>	<b>Tzimbuto</b>	<b>P</b>	<b>EEM</b>
Peso (g)	1164,29	2097,44	1379,24	<,001	75,22
Longitud cabeza (cm)	5,24	5,71	4,96	<,001	0,77
Anchura cabeza (cm)	2,83	3,08	2,82	0,04	0,05
Longitud orejillas (cm)	0,86	1,28	1,03	0,04	0,06
Longitud cresta (cm)	3,30	3,97	3,24	0,05	0,14



Ancho cresta (cm)	1,51	2,61	2,03	<,005	0,09
Longitud de pico (cm)	2,83	3,08	2,97	<,001	0,09
Longitud cuello (cm)	11,90	12,54	12,98	0,15	0,18
Longitud dorsal (cm)	19,98	25,07	21,75	<,001	0,42
Longitud ventral (cm)	20,43	22,54	22,47	0,05	0,33
Anchura femoroilioisquiatico (cm)	5,25	6,72	5,63	<,001	0,12
Perímetro tórax (cm)	26,50	31,71	28,15	<,001	0,50
Longitud ala humero (cm)	9,03	9,70	8,86	0,02	0,14
Longitud ala media radio cubito (cm)	8,34	9,06	8,53	0,40	0,11
Longitud ala distal falanges (cm)	5,59	7,14	6,28	0,00	0,16
Longitud muslo fémur (cm)	12,76	19,26	13,39	0,36	1,52
Longitud pierna tibia tarso (cm)	20,49	22,15	20,31	0,02	0,30
Circunferencia pierna tibia tarso (cm)	6,26	6,83	5,69	<,001	0,13
Longitud caña tarso metatarso (cm)	8,82	9,53	9,28	0,26	0,16
Longitud dedo medio tercera falange (cm)	4,65	5,06	4,44	0,03	0,10
Longitud espolón primera falange (cm)	0,19	0,18	0,17	0,69	0,01

Cuadro 1. Características morfométricas en las gallinas de la canasta comunitaria utopía.

P: Probabilidad  $P \leq 0,05$

EEM: Error estadístico de las medias.

### *Longitud cuello, cm*

El promedio en longitud de cuello más alto se registró en la comunidad Tzimbuto con 12,98 cm seguido por La Pusucacon 12,94 cm y finalmente con un valor inferior la La Libertad 11,90 cm.

### *Longitud dorsal, cm*

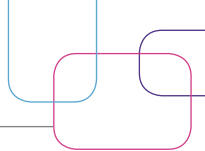
En la longitud dorsal se registró el promedio más alto en la comunidad Pusuca de 25,07 cm seguido por Tzimbuto con 21,75 cm y finalmente con un valor inferior La Libertad de 19,98 cm.

### *Longitud ventral, cm*

El promedio más alto en longitud ventral se registró en la comunidad Pusuca con 22,54 cm, seguido por Tzimbuto con 22,47 cm y finalmente con un valor inferior en La Libertad 20,43 cm.

### *Longitud ala húmero cm*

El valor más alto en longitud ala humero se registró en la comunidad Pusuca con 9,70 cm seguido por Libertad de 9,03 cm y finalmente con un promedio inferior Tzimbuto de 8,86 cm.



### *Longitud de ala media radio cubito, cm*

Para el parámetro de longitud de ala media radio cubito se registró el valor más alto en la comunidad Pusuca de 9,06 cm seguido por Tzimbuto con 8,53 cm y finalmente con un promedio inferior La Libertad 8,34 cm.

### *Longitud ala distal falanges, cm*

Para el parámetro de longitud ala distal falanges se registró el valor más alto en Pusuca con 7,14 cm seguido por Tzimbuto con 6,28 cm y finalmente con un promedio inferior La Libertad 5,59 cm.

### *Longitud muslo fémur, cm*

Para el parámetro de longitud muslo fémur se registró el valor más alto en Pusuca con 19,26 cm seguido por Tzimbuto con 13,39 cm y finalmente con un promedio inferior La Libertad 12,76 cm.

### *Longitud pierna tibia tarso, cm*

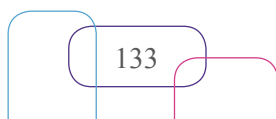
Para el parámetro de longitud pierna tibia tarso el valor más alto fue en Pusuca con 22,15 cm seguido por La Libertad con 20,49 cm y finalmente con un promedio inferior Tzimbuto 20,31 cm. Los datos reportados por Lázaro, et al. (2012) en gallinas del estado de Puebla (México); Ochoa, (2014); en gallinas del cantón Puyango y Polanco, et al. (2004) en gallinas de la región central de Cuba. 12,36 cm 13,68 cm, 11,23 cm, respectivamente fueron inferiores a lo reportado en Pusuca.

### *Longitud caña tarso metatarso, cm*

El promedio más alto de la longitud caña tarso metatarso de las gallinas criollas fue de 9,53 cm en la comunidad de La Pusuca, seguido por Tzimbuto de con 9,28 cm y finalmente con 8,82 cm La Libertad.

### *Longitud dedo medio tercera falange, cm*

El promedio más alto de longitud dedo medio tercera falange de las gallinas criollas fue de 5,06 cm en la comunidad de Pusuca, seguido por La Libertad de con 4,65 cm y finalmente con 4,44 cm Tzimbuto. Los datos reportados por Lázaro, et al. (2012) en gallinas del estado de Puebla (México) con 5,13 cm longitud dedo



medio tercera falange el cual fue superior a lo reportado por Pusuca.

#### *Longitud espolón primera falange, cm*

El promedio de longitud espolón primera falange de las gallinas más alto fue de 0,19 cm en la comunidad de La Libertad seguido por Pusuca, con 0,18 cm y finalmente con 0,17 cm en Tzimbuto.

#### *Perímetro Torácico, cm*

El perímetro torácico más alto se registró en la comunidad Pusuca con 31,71 cm seguido por Tzimbuto con 28,15 cm y finalmente con un valor inferior La Libertad 26,50 cm. el mismo no tiene una diferencia con los promedios reportados por, Lázaro, et al (2012) en gallinas del estado de Puebla (México); Ochoa, (2014); en gallinas del cantón Puyango Andrade, et al. (2015) en gallinas del cantón Carlos Julio Arosemena Tola (Pastaza); 32,48 cm 32,26 cm, 31,46 cm, respectivamente. Mientras que es inferiores a lo obtenido por Polanco, et al. (2004) en gallinas de la región central de Cuba.

#### *Peso de las Gallinas, g*

En el promedio del peso en gramos de las gallinas se obtuvo el valor más alto en la comunidad de Pusuca con 2097,00 g, seguido por Tzimbuto con 1379,24 g y finalmente con 1164,29 g La Libertad.

#### *Anchura de cabeza, cm*

En el promedio de ancho de cabeza se obtuvo el valor más alto en la comunidad de Pusuca con 3,08 cm, seguido por La Libertad con 2,83 cm y finalmente con 2,82 cm Tzimbuto. Los datos reportados en la longitud de cabeza por Lázaro, et al. (2012) en gallinas del estado de Puebla (México) con 3,00 cm fue inferior al reportado en la comunidad de Pusuca.

#### *Ancho de Cresta, cm*

El promedio de ancho de cresta más alto se registró en la comunidad Pusuca con 2.61 cm seguido por Tzimbuto con 2,03 cm y finalmente con un promedio inferior La Libertad 1,51 cm.

### *Anchura Femoroilioisquiatico, cm*

El promedio de anchura femoroilioisquiatico más alto se registró en la comunidad Pusuca con 6,72 cm seguido por Tzimbuto con 5,63 cm y finalmente con un promedio inferior La Libertad 5,25 cm. Los datos reportados por Lázaro, et al. (2012) en gallinas del estado de Puebla (México) con 10.09 cm en anchura Femoroilioisquiatico fue superior al reportado por Pusuca.

### *Circunferencia pierna tibia tarso, cm*

El promedio de la circunferencia pierna tibia tarso de las gallinas más alto se registró en la comunidad de La Pusuca con 6,83 cm, seguido por La Libertad, con 6,26 cm y finalmente con 5,69 cm Tzimbuto.

### *3.3 Características Fanerópticas*

RAGOS COLOR DEL PLUMAJE	Tzimbuto		Pusuca		La Libertad		Media
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
Plumaje rojo	0	0%	1	4%	1	6%	3%
Plumaje negro	18	49%	9	33%	5	29%	37%
Plumaje Negro-rojo	5	14%	0	0%	1	6%	6%
Plumaje blanco	1	3%	3	11%	1	6%	7%
Plumaje gris	9	24%	6	22%	5	29%	25%
Plumaje Amarillo	3	8%	7	26%	4	24%	19%
Plumaje jaspeado	1	3%	1	4%	0	0%	2%
Plumaje Pardo	0	0%	0	0%	0	0%	0%
<b>DISTRIBUCIÓN DEL PLUMAJE</b>							
Normal	32	86%	15	56%	14	82%	75%
Cuello Desnudo	1	3%	8	30%	1	6%	13%
Rizado	1	3%	0	0%	0	0%	1%
Copetona	3	8%	4	15%	2	12%	12%
Barbona	0	0%	0	0%	0	0%	0%
<b>TIPO DE CRESTA</b>							
Cresta Simple O Sencilla	36	97%	25	93%	17	100%	97%
Cresta En Rosa		0%	1	4%	0	0%	1%
Cresta Doble		0%	0	0%	0	0%	0%
Cresta En Guisante		0%	0	0%	0	0%	0%
Cresta En Nuez	1	3%	1	4%	0	0%	2%
<b>COLOR DE OREJILLA</b>							
Orejilla Rojo	4	11%	0	0%	0	0%	4%
Orejilla Blanco	33	89%	27	100%	17	100%	96%
<b>COLOR DE TARSO</b>							
Tarsos Amarillos	9	24%	18	67%	15	88%	60%
Tarsos Blancos	0	0%	0	0%	0	0%	0%

Tarsos Negros	28	76%	9	33%	2	12%	40%
<b>COLOR DE PIEL</b>							
Piel Amarilla	2	5%	14	52%	9	53%	37%
Piel Blanca	35	95%	13	48%	8	47%	63%
<b>COLOR DE PICO</b>							
Pico Amarillo	4	11%	15	56%	10	59%	42%
Pico Blancos	4	11%	0	0%	1	6%	6%
Pico Negros	29	78%	12	44%	6	35%	53%
<b>PRESENCIA DE LAS PLUMAS EN LAS PATAS</b>							
Si	0	0%	4	15%	5	29%	15%
No	37	100%	23	85%	12	71%	85%

Cuadro 2. Distribución de frecuencias de características faneropticas registradas de gallinas de la canasta comunitaria utopía.

### *Color de Pluma, %*

El color predominante de las plumas fueron los colores oscuros (Negro, Negro-Rojo, Rojo, Gris y Pardo), con el 71 % del resultado total. Igualmente, Juárez, et al. (2000) encontró que el 75 % de las gallinas criollas muestreadas en México exhiben plumajes de color oscuro, que varía entre rojo, negro y pardo con menor frecuencia del blanco-crema.

### *Tipo de Cobertura del Plumaje, %*

El 74 % de las gallinas poseían un tipo de plumaje normal, para cuello desnudo el 13 %, y 12 % para rizado, copetona y barbona. Comparado con un estudio realizado por Pérez, (2004), se encuentra que el tipo de plumaje predominante es el normal con un 80,2 %, seguidos con un 13,8 % y un 6,0 % los de cuello desnudos y rizados respectivamente.

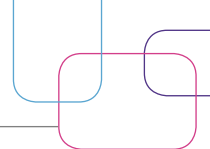
### *Tipo de Cresta, %*

El tipo de cresta de mayor frecuencia presentaron fue la cresta simple o sencilla, con el 97 % y el 1 % de la población de gallinas estudiadas presentan una cresta en rosa y el 2 % cresta en forma de nuez. Los datos reportados por Juárez, et. al. (2010), indica que la frecuencia del tipo de cresta en las aves criollas fue cresta simple o sencilla con 98 % y cresta en rosa 2 %.

### *Color de Orejillas y Tarso, %*

El color de orejilla predominante con 96 % fue el color blanco y con el 4 %, el color rojo siendo este superior a los datos registrados por Polanco, et





al. (2004) en gallinas de la región central de Cuba, que es de 30 %. El color de tarso predominante en las gallinas fue el amarillo con un 60 % siendo inferior a los datos presentados por Polanco, et al. (2004), en gallinas de la región central de Cuba, que es de 82,2 %, pero es superior comparando con los datos registrados por Zaragoza, (2012), en gallinas locales en los altos de Chapas - México con 43 %.

#### *Color de Piel y Pico, %*

El color de piel que más prevalece fue el blanco con 63 % mientras que el color de piel amarilla registró un 37 % siendo el color blanco inferior a los registrados por Polanco, et al. (2004) en gallinas de la región central de Cuba, que es de 81,6 %, pero fue superior al de Zaragoza, (2012) en gallinas locales en los altos de Chapas - México con 55,8 %. En el color de pico predominante en las gallinas fue el negro con 53 % siendo este superior a los datos registrados por Polanco, et al. (2004), en gallinas de la región central de Cuba, que es de 42,3 % y a los de Zaragoza, (2012), en gallinas locales en los altos de Chapas - México con 38 %.

#### *Presencia de plumas en las patas, %*

De la población de gallinas locales estudiadas se encontró que el 85 % de las gallinas no poseían plumas en la patas, siendo este dato inferior a los presentados por Polanco, et al. (2004) en gallinas de la región central de Cuba, que es de 94,8 %.

### *3.4 Calidad Del Huevo*

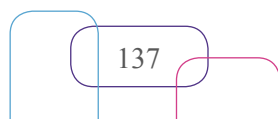
<b>Parámetros</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>DS</b>
Peso de Huevo (g)	47,24	46,00	46,00	5,13
Largo de huevo (mm)	55,54	55,84	53,62	2,86
Ancho del huevo (mm)	41,66	41,41	41,41	1,45
Peso de la Cáscara (g)	4,90	5,00	5,00	0,98
Grosor de la Cáscara (mm)	0,42	0,41	0,46	0,05

DS: Desviación Estándar.

Cuadro3. Calidad de los huevos expendidos en la canasta comunitaria utopía.

#### *Peso del huevo, g*

El peso del huevo promedio obtenido es de 47,24 g. Los resultados obtenidos en este estudio determinaron un menor peso en comparación a lo citado por Condo, (2011) el cual registra un peso del huevo de 59,5 g.



### *Largo del huevo, cm*

El promedio de largo del huevo obtenido es de 55,24 mm este valor es mayor a lo reportado por Juárez, et al. (2010), quienes reportaron una media de 55 mm de longitud del huevo, esta diferencia es asociada directamente con el peso del huevo y a la alimentación que se administra a la gallina criolla.

### *Ancho del huevo, mm*

El promedio de ancho del huevo es de 41,66 mm el resultado obtenido en el estudio tiene un menor promedio de ancho de huevo, en comparación con la citado por Juárez, et al. (2010), que reporto una media de, 42,32 mm de ancho del huevo.

### *Peso de la cáscara, g*

Al investigar la variable peso de la cáscara, se obtuvo 4,90 g. Al realizar la comparación de la calidad del huevo de gallinas criollas alimentadas a base de maíz Juárez, et al. (2010), quienes registraron un peso promedio de la cáscara de 4,5 g, este valor es menor al reportado en la presente investigación.

### *Grosor de la cáscara, mm*

Al realizar el estudio del grosor de la cáscara, se obtuvo un promedio de 0,42 mm, el resultado obtenido en el estudio tiene un mayor promedio de grosor de la cascara, en comparación con lo citado por Juárez, et al. (2010), quienes reportaron un promedio de 0,28 mm.

### *3.5 Color De La Yema*

Al analizar el color de las yemas de los huevos que se expenden en la Canasta Comunitaria, se obtuvo un promedio de luminosidad de 57,62 L\* para el color rojo 5,53 a\* y para el color amarillo 47,15 b\*. Rojas, et al. (2015), comparando diferentes niveles de harina de camarón en el balanceado, reportaron un promedio de luminosidad de 45,62 L\*, color rojo de 0,17 a\* y color amarillo de 21,82 b\*, estos valores son menores a los reportados en la presente investigación en el caso del color rojo pueden ser debido a la utilización de maíz en las dietas de las gallinas campo, el cual aporta una fuente de carotenoides que incrementa el color rojo de la yema.

Parámetro	Media	Mediana	Moda	DS
L*	57,62	57,79	53,97	4,04
a*	5,53	5,83	7,40	3,09
b*	47,15	47,08	41,46	4,98

L\* luminosidad, a\* color rojo, b\*color amarillo, DS Desviación Estándar.

Cuadro 4. Color de la yema de huevos.

### 3.6 Costos De Producción

Para determinar los costos de producción se registraron los siguientes rubros: compra de aves, alimentación, medicina alternativa natural, mano de obra y transporte.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Mensual (USD)	Valor Total (USD)
Número de animales	Aves	81,00	3,78		306,18
Costos alimento:					
Maíz	qq	3,50	27,00	94,50	378,00
Cebada	qq	2,00	22,00	44,00	176,00
Hierba	Libras	203,70	0,14	28,52	114,07
Desechos de cosecha	Libras	129,00	0,25	32,25	129,00
Medicina alternativa natural		3,00	1,00	3,00	12,00
Mano de Obra	Horas	0,50	0,94	28,13	112,52
Transporte	Nº Ferias	9,00	4,00	8,00	36,00
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>					<b>1263,77</b>
Venta de Huevos		6000	0,25	0,5	1500
<b>TOTAL DE INGRESO</b>					<b>1500</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>					<b>1,19</b>
Costo/huevo					0,21

Cuadro 5. Análisis económico de los huevos expendidos en la canasta comunitaria utopía.

#### Compra de aves

Andrade, (2011) determinó que el costo de producción de la pollita al final de la etapa de cría, considerándose todos los costos incurridos, es de USD 3,78, rubro que se consideró para determinar el costo total de las 81 aves que fue de USD 306,18.

#### Alimentación

El resultado del costo total de la alimentación de 81 aves para cuatro meses durante la investigación se valoró en USD 769,07. El valor de desperdicio de cosecha fue tomado 5 % del total de lo cosechado.

### *Medicina alternativa natural*

El costo de medicina alternativa natural para las 81 aves en el tiempo que duró la investigación fue de USD 3,00 mensual y su costo total es de USD 12,00.

### *Mano de obra*

En el costo de la mano de obra se toma en cuenta el valor que gana un jornal a diario en cada una de las tres comunidades es de USD 15.00/día, y el tiempo que ocupan los productores para alimentar a las 81 gallinas y recoger los huevos, es de treinta minutos diarios y su costo estimado es de USD 0,94/día a este rubro se multiplico por los cuatro meses que duró la investigación el cual dio un costo total de USD 112.50.

### *Trasporte*

El costo total en transporte (ida y vuelta) que quincenalmente los productores asignan en trasladar sus productos desde las comunidades a la feria de la Canasta Comunitaria Utopía es de USD 4,00. En el tiempo de los cuatro meses que duró la investigación se realizaron nueve viajes al igual que nueve ferias en total por lo que el gasto total ascendió USD 36,00

### *Relación Beneficio/Costo (B/C)*

Una vez determinados los egresos producto de la compra de animales, alimentación, medicina mano de obra entre otras se reportó un valor de 1263,77 dólares americanos, los cuales fueron cotejados con los ingresos que estaban constituidos por la venta de huevos y que reporto un valor de 1500 dólares americanos. Por lo tanto, al dividir ingresos para egresos se obtiene el indicador beneficio/costo para la producción de huevos que muestra que la rentabilidad es de USD 1,19.

## **4. Conclusiones**

Se estableció que las gallinas productoras de huevos para ser expendidos en la Canasta Comunitaria son de tipo ligero determinadas por sus medidas zoométricas y características fanerópticas.

El peso promedio del huevo fue de 47,24 gramos; el largo del huevo 55,24 mm; ancho del huevo 41,66 mm; peso de la cáscara 4,90 gramos y el grosor de la

cáscara 0,42 mm; el color de la yema se obtuvo una luminosidad de 57,62 L\* para el color rojo 5,53 a\* y para el color amarillo 47,15 b\*.

Se determinó que los costos para producir un huevo de campo para la Canasta Comunitaria Utopía es de USD 0,21 teniendo un beneficio/costo de USD 1,19 por huevo de campo, el precio de venta del huevo por unidad a las familias consumidoras de la Feria de la Canasta Comunitaria Utopía es de USD 0,25

Se estableció que el 18,46 % del total de los consumidores compran huevos de campo en la Canasta Comunitaria Utopía y su promedio de consumo es de 30 unidades y disponen de un rubro de USD 7,50 por quincena, también se pudo determinar que el 60,32 % de las familias consumidoras consideran que los huevos expendidos en la Feria de la Canasta Comunitaria no satisface la demanda.

## Referencias

1. Andrade, C. (2011). Determinación de parámetros reproductivos y productivos de gallinas criollas para huevo verde, desde la recolección de huevos hasta la etapa inicial. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
2. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal – Food and Agriculture Organization (FAO) - Holanda (1998). Cómo mejorar la crianza doméstica de aves. Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera. El Salvador.
3. Condo, M. (2011). Evaluación productiva de gallinas finqueras del programa avícola de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Nacional de Loja - Ecuador.
4. Estrada, M. (2007). Caracterización fenotípica, manejo y uso del pavo doméstico (Meleagrisgallopavogallopavo) en la comunidad indígena de Kapola en la sierra nororiental del estado de Puebla, México. (Tesis de Maestría. Producción Animal). Universidad Nacional Autónoma de Puebla – México.
5. Food and Agriculture Organization. (FAO). (1981). Descriptores de especies avícolas. En: banco de datos de recursos genéticos animales. Roma - Italia. pp. 13 - 15.
6. Food and Agriculture Organization. (FAO). (2016). Aves de corral y productos avícolas: riesgos para la salud humana. Países Bajos. pp. 1 - 2. Recuperado el 10 de marzo del 2017, de <http://www.fao.org/docrep/016/al741s/al741s00.pdf>
7. Food and Agriculture Organization. (FAO). (2014). Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo. Disponible [www.fao.org/docrep/016/al728s/al728s00.pdf](http://www.fao.org/docrep/016/al728s/al728s00.pdf).
8. Food and Agriculture Organization. (FAO). (2014 a). Historia de la producción avícola doméstica. Disponible [www.fao.org/docrep/008/y5114s/y5114s04.htm](http://www.fao.org/docrep/008/y5114s/y5114s04.htm)
9. González E., Moscoso C., Oliva A., Rosales M., Torres A., & Villanueva C. (2015). Manual de producción y manejo de aves de patio. (1° ed) Turrialba - Costa Rica: CATIE. 64 p. (Serie técnica. Manual técnico/CATIE; no.128 )
10. González, E., Moscoso, C., Oliva, A., Rosales, M., Torres, A., & Villanueva, C. (2015). Manual de producción y manejo de aves de patio. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

11. Hammershøj, M., & Steinfeldt, S. (2015) Organic egg production. II: the quality of organic eggs is influenced by hen genotype, diet and forage material analyzed by physical parameters, functional properties and sensory evaluation. *Animal Feed Science and Technology*. Recuperado el 10 de febrero del 2017, de [www.elsevier.com/locate/anifeedsci](http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci).
12. Hernández, Z., Lázaro, G., Martínez, L., Pérez, A., & Vargas, L. (2012). Use of morphometric characters in the classification of local chickens. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 2: 109 - 114.
13. Herrera, H., Jerez, S., & Vásquez, D. (2002). La gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Tecnológico Agropecuario No 23 de Oaxaca/ Colegio de Postgraduados. Montecillos - Texcoco.
14. Jeréz, S., Herrera, H., & Vásquez, D. (2014). La gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Tecnológico Agropecuario No 23 de Oaxaca/ Colegio de Postgraduados. Montecillos. Texcoco - México. pp. 80.
15. Jiménez, M. (2012). Políticas públicas sobre ganadería de traspatio y seguridad alimentaria en México. III Foro internacional sobre ganadería de traspatio y seguridad alimentaria. Colegio de Posgraduados. Campus Veracruz.
16. Juárez, A., Gutiérrez, E., Segura, J., & Santos, R. (2010). Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacán - México. *Tropical and subtropical agroecosystems*. pp. 109 - 115.
17. Juárez, C., Manríquez, A., & Segura, C. (2000). Rasgos de apariencia fenotípica en la avicultura rural de los municipios de la Ribera del Lago de Patzcuaro, Michoacan, Mexico. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. *LivestockResearchfor Rural Development*. Recuperado el 22 de febrero del 2017, de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/jua121.htm>
18. Lazaro, G., Hernández, J., Vargas, S., Martínez, A., & Pérez, R. (2012). Uso de caracteres morfométricas en la clasificación de gallinas locales. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Interserrana del Estado de Puebla – México.
19. Martínez, J. (2016). Evaluación productiva de gallinas de campo de la región sierra del Ecuador. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
20. Melgar, I. (2014). Mujeres en el campo, la otra revolución. México D.F. México: El Norte.
21. Molina, M. (2013). Comparación de dos sistemas de producción y manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio de la Llave y Teocelo, Veracruz. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Veracruzana. Veracruz - México.
22. North, O. (2010). *Manual de Producción Avícola*. (3ª. ed). Editorial El Manual Moderno. México. pp. 829. Recuperado el 18 de febrero del 2017, de <http://www.fvet.uba.ar/Monografias/AVE0000L267http://www.fvet.uba.ar/Monografias/00000772968-426-611-1636.51AVE2016031704411298>
23. Ochoa, T. (2014). Determinación morfológica y fanerópticas de las gallinas, Criollas en el Cantón Puyango. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Nacional de Loja. Cantón Puyango - Ecuador.
24. Ordoñez, A., & Lasso, E. (2010). Implementación del programa de gallinas ponedoras criollas en la Universidad Nacional de Loja. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Loja - Ecuador.
25. Pérez, A. Polanco, G. (2003). La avicultura de traspatio en zonas campesinas de la provincia de Villa Clara - Cuba. *Livestock Research for Rural Development*. 15(2). Recuperado el 10 de febrero del 2017, de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lr rd15/2/ pere152.htm>.
26. Polanco, G., Pérez, A., & Pérez, Y. (2004). Algunas características morfológicas del exterior de la gallina local de la región central de la provincia de Villa Clara - Cuba. *Livestock*

- Research for Rural Development. Vol. 16, Art. #76. Recuperado el 10 de febrero del 2017, de <http://www.lrrd.org/lrrd16/10/pere16076.htm>
27. Quintana, J. (2011). Contribución al estudio de la dieta de las gallinas criollas de traspatio. (Tesis de pregrado. Médico Veterinario). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morella - Michoacán.
  28. Rojas, V., Callacna, M., & Arnaiz, V. (2015). Uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Nacional de Trujillo - México.
  29. Tejada, R., Gómez, H., & Painter, L. (2006). Evaluación sobre el uso de fauna silvestre en la tierra comunitaria de origen tacana. Bolivia. *Ecología en Bolivia*: pp. 138 - 148.
  30. Torres, E. (2010). Evaluación de los parámetros productivos del pollo criollo vs pollo comercial. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Veracruzana - México.
  31. Villacís G, Escudero G, Cueva F, Luzuriaga A. (2014) Características Fenotípicas De Las Gallinas Criollas De Comunidades Rurales Del Sur Del Ecuador, *Centro de Biotecnología*, Vol. 3 Nro. 1. 2014

# EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE MICORRIZA (*Glomeromicota*) EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DE *Poa palustris* (PASTO POA)

(EFFECT OF DIFFERENTIAL LEVELS OF MYCORRHIZA  
(*Glomeromicota*) IN THE PRIMARY FEED  
PRODUCTION OF *Poa palustris*  
(PASTO POA))

Paula Alexandra Toalombo Vargas <sup>(1)\*</sup>, Diego Fabián Maldonado Arias <sup>(1)</sup>,  
Luis Rafael Fiallos Ortega <sup>(1)</sup>, Santiago Jiménez Yáñez <sup>(1)</sup>, José Vicente Trujillo Villacís <sup>(1)</sup>

(1) Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias,  
Escuela Superior de Chimborazo, EC060155.

\*Correspondencia. 0992926111, ptoalombo@esPOCH.edu.ec (P./Toalombo Vargas)

## RESUMEN

En la Estación Experimental Tunshi se evaluó el efecto de diferentes niveles de micorriza (250, 500, 750 g/ha *Glomeromicota*) en la producción primaria forrajera de *Poa palustris* (pasto poa), ya que es una planta forrajera y útil para control de la erosión o revegetación. Las unidades experimentales totales fueron 12 parcelas, las cuales se distribuyeron en un Diseño de Bloques Completamente el Azar en cuatro tratamientos, con tres repeticiones cada uno. Los resultados obtenidos en los tratamientos en el primer corte, en la etapa de prefloración indican que hubo diferencias altamente significativas, para el tiempo de ocurrencia en la prefloración ( $P \leq 0.0049$ ), Altura ( $P \leq 0.0001$ ), Producción forraje verde ( $P \leq 0.0038$ ), Producción forraje seco ( $P \leq 0.0011$ ). En relación al segundo corte indican que hubo diferencias altamente significativas con el mejor tratamiento M500; para el tiempo de ocurrencia de la prefloración ( $P \leq 0.0105$ ), Altura ( $P \leq 0.0001$ ), Producción forraje verde ( $P \leq 0.0002$ ), Producción forraje seco ( $P \leq 0.0001$ ) con un B/C de 1,5. En cuanto al análisis bromatológico del pasto la mayor cantidad de materia seca se obtuvo con T0, así como proteína y materia orgánica con T500 y fibra con T750. Por lo cual se recomienda utilizar 500g/ha de micorriza, por las mejores respuestas productivas y económicas.

**Palabras clave:** *Prefloración, producción forraje seco, producción forraje verde, micorriza.*

## ABSTRACT

At the Tunshi Experimental Station, the effect of differential levels of mycorrhiza (250, 500, 750 g/ha glomeromicota) in the primary forage production of *Poa palustris* (poa grass) was evaluated, because It is a fodder plant and useful for erosion control or revegetation. The total experimental units were 12 plots, which were distributed in a Design of Blocks Completely Chance in four treatments, with three repetitions each. The results obtained in the treatments in the first cut, in the prefloration stage indicate that there were highly significant differences, for the time of occurrence in pre-flowering ( $P \leq 0.0049$ ), Height ( $P \leq 0.0001$ ), Green forage production ( $P \leq 0.0038$ ),



Dry forage production ( $P \leq 0.0011$ ). Regarding the second cut, they indicate that there were highly significant differences with the best M500 treatment; for the time of occurrence of preflowering ( $P \leq 0.0105$ ), Height ( $P \leq 0.0001$ ), Green forage production ( $P \leq 0.0002$ ), Dry forage production ( $P \leq 0.0001$ ) with a B / C of 1.5. Regarding the bromatological analysis of the grass, the highest amount of dry matter was obtained with T0, as well as protein and organic matter with T500 and fiber with T750. For which it is recommended to use 500g / ha of mycorrhiza, for the best productive and economic responses.

**Key words:** *Prefloration, dry forage production, green forage production, mycorrhiza.*

## 1. Introducción

El término micorriza fue creado por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, y procede del griego *mykos* que significa hongo y del latín *rhiza* que significa raíz, definiendo así la asociación simbiótica entre el micelio de un hongo y las raíces de un vegetal. De entre las diversas asociaciones benéficas planta-microorganismo, la micorriza es la que se encuentra más ampliamente extendida sobre la superficie terrestre, la forman alrededor del 90% de las plantas terrestres (1,2), también es la más antigua, se han encontrado fósiles con ca.  $4.0 \times 10^8$  años (1).

Los medios por los cuales las micorrizas pueden mejorar el estado nutricional de las plantas mediante: 1) el incremento del volumen de exploración de las raíces, ya que las hifas del hongo actúan como una extensión, 2) incremento de la captación de agua y nutrientes como P, N, K y Ca, 3) incremento de la tolerancia a los cambios de temperatura y acidez extrema del suelo causadas por la presencia de Al, Mg y S, 4) la protección contra ciertos patógenos, 5) la actividad de las raíces permanecen más tiempo, y 6) el mejoramiento de la estructura del suelo ayudando a mantener unidos a los agregados gracias al micelio y secreción de glomalinas (3, 4). Es por ello que a las micorrizas se les reconoce un gran potencial en el contexto de la agricultura sostenible.

Las micorrizas establecen relaciones antagónicas con otros microorganismos que provocan la disminución del ataque de hongos patógenos a las raíces (5) y sinérgicas con otros grupos (6), especialmente con las bacterias cuya actividad facilita la colonización del hongo, al suavizar la corteza radical y favorecer su crecimiento, reproducción y colonización.

Las raíces de todas las plantas están en íntimo contacto con el suelo. Los componentes bióticos y abióticos del suelo afectan el desarrollo y las funciones de las plantas. Numerosos microorganismos habitan el suelo que se adhiere a las raíces. Este ambiente se denomina rizósfera y es donde ocurren las interacciones de las plantas con el suelo. Algunos de los microorganismos de la rizósfera son perjudiciales porque afectan negativamente a las plantas causando enfermedades. Otros microorganismos son benéficos porque favorecen en algún sentido el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por ejemplo, las bacterias promotoras del crecimiento

vegetal, las bacterias que fijan nitrógeno del aire y pueden aprovechar las plantas tales como *Bradyrhizobium* (7).

Dentro de los beneficios de ciertos microorganismos a los cultivos está la capacidad de incrementar la absorción de nutrientes poco disponibles del suelo, como el fósforo (8). Las micorrizas se encuentran en las raíces de casi todas las plantas presentan simbiosis que no son tan específicas como la de *Rhizobios* (fijadores de nitrógeno) y las leguminosas. Una misma planta puede tener varias clases de micorrizas capaces de infectar sus raíces y formar simbiosis.

La dependencia de las micorrizas está relacionada a la forma de las raíces de la planta. El papel de los hongos micorrícicos en la absorción de fósforo del suelo puede resumirse de la siguiente manera: las plantas con micorrizas absorben y acumulan más fósforo que las plantas sin micorrizas especialmente si crecen en suelos de baja disponibilidad del nutriente. Puesto que el fósforo es un nutriente de baja movilidad en el suelo la raíz debe llegar a él para absorberlo. El orden de la rotación de cultivos tiene un efecto significativo sobre la nutrición vegetal de fósforo y otros nutrientes debido a que la población de micorrizas decrece en el suelo cuando se cultivan especies de baja dependencia a las micorrizas (9). Por último, puesto que estos hongos necesitan oxígeno para vivir, las poblaciones de micorrizas son muy bajas en suelos de drenaje pobre y anegables. También se ha observado que en suelos salinos y/o sódicos el porcentaje de micorrización es muy bajo (10).

Entre los microorganismos se establecen relaciones sinérgicas y antagónicas que pueden beneficiar a microorganismos y plantas. Es así que se han encontrado genes comunes que se relacionan con la interacción de *Rhizobium* y micorrizas (10). También se ha observado que las leguminosas tratadas con *Rhizobium* incrementan la nodulación cuando además se inoculan con *Penicillium* y *Pseudomonas* (11) y con *Azospirillum* (12).

En tanto que la *Poa palustris* es una de las gramíneas forrajeras, útil para controlar la erosión o revegetación siendo una planta perenne; con rizomas y estolones. Es la especie más importante del género *Poa*, se usa en mezcla o sola, es moderadamente susceptible a muchas enfermedades de estación fría y tiene escasa resistencia natural a insectos y a larvas (13). Por lo que en este estudio se determinó el mejor comportamiento productivo forrajero en base a los diferentes niveles de micorriza aplicados, así como también, el análisis bromatológico y se evaluó la rentabilidad a través del indicador beneficio-costos.

## 2. Materiales y Métodos

La presente investigación, se realizó en la Estación Experimental Tunshi, en las parcelas del Programa de Pastos. La duración fue de 120 días en los que se realizó dos cortes del pasto. Las características del suelo describimos en el Tabla 1.

Parámetros	Valores
pH	6.3
Relieve	Plano
Tipo de suelo	Franco arenoso
Riego	Disponible
Drenaje	Bueno
Pendiente	1-1.5%
<b>Fuente: P.BID-016. (2006)</b>	

Tabla 1. Análisis del suelo.

Se estudiaron 12 parcelas de *Poa palustris* o unidades experimentales, de 20 m<sup>2</sup> (4x5) m en parcela neta útil, cada unidad experimental con tres repeticiones cada una dando una superficie de 60 m<sup>2</sup> por cada tratamiento, a este se le sumó los espacios de separación de las parcelas (2,5 m<sup>2</sup>), quedando 62,5 m<sup>2</sup> con lo que se obtuvo 250 m<sup>2</sup> de superficie total para el experimento.

Se evaluó diferentes niveles de micorriza en la producción primaria de *Poa palustris*, aplicando 250 g (T1), 500 g (T2), 750 g (T3), y Testigo (T0) en el que no se aplicó el producto, al final del estudio se evaluó el comportamiento agrobotánico del pasto, en cuanto a su producción primaria.

El experimento se analizó bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres repeticiones cada tratamiento. Las variables experimentales fueron: Altura de la planta en época de prefloración, Porcentaje de cobertura basal y aérea, Tiempo de Ocurrencia de la Prefloración, Producción de forraje verde, materia seca en prefloración, Análisis beneficio-costo. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias, análisis de regresión y correlación y Pruebas de significación según Tukey, para separación de medias con el nivel  $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ . Además se realizó comparaciones para Análisis del Suelo y Análisis bromatológico.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Comportamiento agrobotánico del pasto *Poa palustris* por efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización con micorrizas en el primer corte en la etapa de prefloración.

##### *Tiempo de ocurrencia de la etapa de prefloración*

Dentro de la evaluación del efecto de los diferentes niveles de micorrizas versus un tratamiento testigo, sobre el comportamiento fenológico del *Poa palustris* es importante definir el tiempo de ocurrencia de la prefloración a fin de establecer el tiempo de utilización del mismo, dependiendo del tratamiento empleado.

Al analizar la etapa de la prefloración que inicia cuando se da un 10 % de la flo-

ración, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), por el efecto de los diferentes niveles de micorrizas empleadas, reportándose el tiempo más prolongado de apareamiento de la floración de 39.33 días en el T0, en relación a los que mostraron menos tiempo en aparecer este estado fenológico siendo de 28.66 , 31.00 y 31.33 días para los tratamientos T2, T1 y T3 respectivamente, como se puede determinar en la Tabla 2, en el análisis de regresión como se indica en el Figura 1 se registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), por lo que se estableció una tendencia cuadrática, donde se aprecia que los días de ocurrencia a la prefloración se incrementan cuando se emplea niveles de micorrizas superiores a 500 g/ha, existiendo una relación alta de esta variable de 90.90 % con los niveles de micorrizas utilizadas, esto se debe a que las micorrizas intervienen en el aumento del área de absorción de agua y nutrientes de las raíces volviéndolos solubles (14, 15); además al ocupar un espacio en las raíces, no permiten la invasión de otros organismos capaces de producir enfermedades.

Variables	FERTILIZANTES							X	Prob.	CV %	Sig	
	T0	T1	T2	T3								
Tiempo de Ocurrencia de la Prefloración, días	39.33	a	31.00	ab	28.66	ab	31.33	b	31.33	0.0049	8.49	**
Altura en Prefloración, cm	22.47	d	30.24	b	32.67	a	25.18	c	27.63	<.0001	2.65	**
Cobertura Basal, %	18.00	c	24.16	ab	27.33	a	20.50	bc	22.50	0.0015	6.95	**
Cobertura Aérea, %	58.67	b	69.17	a	72.17	a	67.50	a	66.87	0.0004	2.75	**
Número de tallos prefloración, N°	10.16	c	13.00	b	16.76	a	11.07	bc	12.74	0.0008	7.78	**
Producción forraje verde en prefloración, Tn/ha/corte.	4.07	c	5.80	b	7.20	a	4.67	b	5.43	0.0038	10.58	**
Producción forraje seco en prefloración, Tn/ha/corte.	1.30	c	2.09	b	2.74	a	1.68	b	1.95	0.0011	10.65	**

Tabla 2. Comportamiento productivo del pasto *Poa palustris* en la fase de prefloración por el efecto de la aplicación de diferentes niveles de micorrizas en el primer corte.

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ( $P \leq 0.05$ ), CV: Coeficiente de Variación. Prob: Probabilidad. \*\*: Altamente significativo. X: Media General.

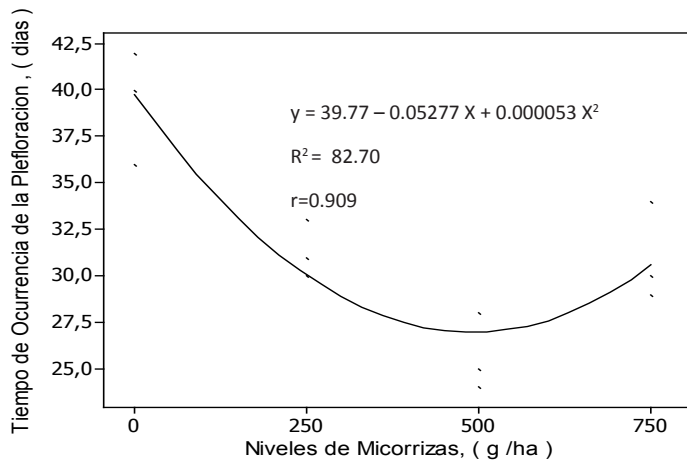


Figura 1. Análisis de la Regresión y Correlación entre el Tiempo de ocurrencia a la prefloración (días) por efecto de los niveles de Micorrizas.

Al respecto (16), al aplicar en *Poa palustris* vermicompost determina un aparecimiento de este estado a los 28 días, tomando en consideración los valores obtenidos en prefloración por (17), al evaluar del efecto de la aplicación del abono liquido foliar de estiércol de conejo, enriquecido con micro elementos en la producción de forraje y semilla del *Poa palustris*, reportó el aparecimiento de la prefloración a los 32 días, como se puede comparar este valor es superior a los obtenidos en esta investigación, posiblemente se deba al empleo de estiércol de conejo, ya que (19), considera que éstas favorecen la secreción de sustancias promotoras del crecimiento mejorando el desarrollo del cultivo al extender la exploración de las raíces logrando un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo, así mismo se determina en (20), que se ha descubierto y probado que la superficie de absorción de las raíces colonizadas con micorrizas se incrementa hasta en 1.000 veces, presentando una mayor tolerancia ante la sequía, las altas temperaturas, los metales pesados, la salinidad, las toxinas y la acidez del suelo.

En los estudios realizados (21), produce un promedio de aparecimiento de la prefloración de 35 días en *Poa palustris*, en tanto (22), al utilizar diversos niveles de nitrógeno y fósforo reporta un promedio de aparecimiento de la floración en un 10 % a los 37 días en *Poa palustris*, estos valores resultan ser superiores a los encontrados en este estudio, debido a que el uso de fertilización inorgánica de acuerdo (22), es de acción rápida requiere gran humedad y homogeneidad de la distribución. De otro lado, su integración es más o menos completa en el suelo aunque no permanece mucho tiempo en el suelo, además carece de componentes benéficos que ayudan al crecimiento y desarrollo óptimo de la planta.

### Altura en Prefloración, (cm)

La altura de la planta *Poa palustris* en la prefloración en el primer corte, presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre el testigo con una altura de la planta en la prefloración de 22.47 cm, con los diferentes tratamientos, así al utilizar los niveles (T2), (T1) y (T3), se obtuvo las mayores alturas de 32.67, 30.24 y 25.18 cm, respectivamente como se indica en la Tabla 2 y gráfico 2, por lo que a través del análisis de regresión se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), que determina un aumento de la altura de la planta con el incremento de los niveles de micorriza hasta 500 g/ha; y a partir de este nivel la altura tiende a disminuir, existiendo una relación de la altura con los niveles de micorrizas de 97.30 %, como se aprecia en la figura 4, esto coincide con el criterio (23), las micorrizas arbustivas incrementan la potencialidad con la captación de agua y nutrientes como fósforo, nitrógeno, potasio y calcio del suelo lo que ayudan al mejor desarrollo de la planta.

En los estudios realizados (16), al fertilizar con humus obtuvo plantas de 33.37 cm, también (17), al emplear diferentes dosis de estiércol de conejo, enriquecido con micro elementos, en la producción de *Poa palustris* reportó alturas promedio de 32.68 cm, como se puede apreciar estos valores son superiores a los del presente estudio; (24) los abonos orgánicos son muy ricos en nutrientes y en microorganismos benéficos, lo cual favorece la aireación del suelo e incorpora materia orgánica que actúa progresivamente a medida que se va mineralizando, éstos productos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se refleja directamente sobre el desarrollo de la planta en lo que tiene que ver con su altura, ya que las plantas tendrán mayor facilidad de absorber N, P, K etc y mejorar sus índices productivos, (25) las micorrizas y las raíces de las plantas son útiles para mejorar la capacidad de las plantas en la exportación del suelo y la toma de nutrientes; las micorrizas favorecen a la producción de hormonas estimulantes que mejoran el enraizamiento, aumentan el volumen radical y protegen a las plantas contra el estrés ambiental, demostrándose efectos positivos en la absorción de nutrientes (26).

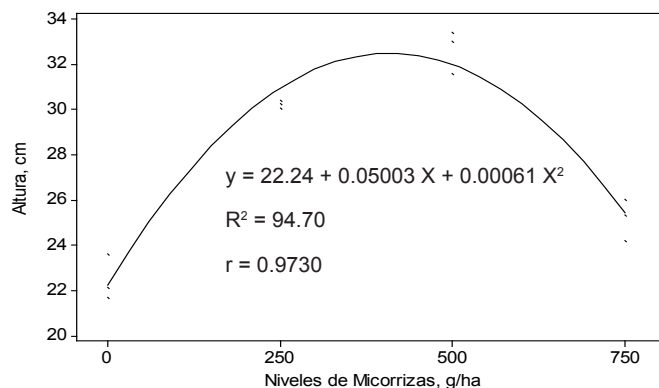


Figura 2. Análisis de la Regresión y Correlación de la altura (cm) por efecto de los niveles de Micorrizas en el primer corte.

Valdiviezo, E., determina una altura promedio de 43.20 cm en *Poa palustris* con una fertilización a base de N200P200, (18), al utilizar niveles N100P100 se obtiene un promedio de 37.54 cm, estas alturas resultan superiores a las reportadas en esta evaluación; el aumento de la altura se debe fundamentalmente al incremento de la dosis de nitrógeno y fósforo, ya que los fertilizantes químicos tienen una acción rápida mientras que los orgánicos actúan de manera lenta, de este modo las micorrizas absorben el fósforo y otros nutrientes que no están disponibles en situaciones normales (27).

#### *Cobertura Basal, (%)*

En cuanto a esta variable se muestra que existió diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre las medias de T2 con T3 y T0, de la misma forma entre las medias de los tratamientos T1 con T0, sin embargo no se registró diferencias estadísticas entre los tratamientos T2 y T1 con 27.33 y 24.16 % en su orden, de igual manera entre los tratamientos T3 y T0 con 20.50 y 18.00 % respectivamente, como se observa en la Tabla 2. La principal función radica en la captura del fosfato, sin embargo, no podemos desconocer su importante participación en la adquisición de otros nutrientes, mejora de las relaciones hídricas, efectos en la protección frente a patógenos, aumento de la resistencia a diversos tipos de estrés, etc (28).

La cobertura basal del *Poa palustris* al medir el grado de comportamiento y adaptabilidad en la comunidad de Larkaloma ubicada a 2880 msnm fue de 28.99 % en el primer ensayo (19); este valor resulta superior al de este estudio debido posiblemente a las diferentes condiciones climáticas y edáficas, ya que el *Poa palustris* llamada también paja de páramo registra las mejores producciones en suelos franco arcillosos con pH de 5.5 a 6.5 y altitudes de 2800 a 4000 msnm, debido a que es una especie nativa propia de los páramos, y constituye el alimento principal de los camélidos y ovinos (29).

#### *Cobertura Aérea, (%)*

La cobertura aérea en el estudio de la aplicación de diferentes niveles de micorrizas frente a un testigo reportó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), los pastos de los tratamientos T2, T3 y T1 alcanzaron las mayores coberturas aéreas con 72.17, 67.50, 69.17, % en su orden, mientras la menor cobertura aérea fue para el T0 con 58.67 %, como se demuestra en Tabla 2; los biofertilizantes brindan nutrientes inorgánicos y compuestos orgánicos beneficiosos para las plantas y suelo promueven la salud de las plantas y mejoran la estructura del suelo (30).

Al evaluar en el primer corte la adaptabilidad y comportamiento del *Poa palustris* en el páramo de la comunidad de Larkaloma se reporta 104.59 % en la



etapa de prefloración (19), valor superior al de este trabajo, debido a que las poa son propias de los páramos en donde presentan factores óptimos como precipitaciones anuales de 800 a 1700 p.p.a.m./año, tipo de suelos franco arcillosos, ricos en materia orgánica, altos en potasio y magnesio todas estas características mejoran el comportamiento de los pastos nativos de los páramos.

#### *Número de tallos prefloración.*

En cuanto a esta variable se presenta diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre las medias de los tratamientos T2, T1 y T0 con 16.75, 13.00 y 10.15 tallos/planta respectivamente, no se registró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T3 con 13.00 y 11.07 tallos/planta en su orden. La adquisición de fosfato es de vital importancia para la planta, por su papel clave en los sistemas biológicos (31); las plantas micorrizadas captan fosfato más eficientemente que las raíces solas, gracias al mejoramiento de la nutrición fosforada, aumenta también la adquisición de elementos nitrogenados por parte del vegetal, ya que el fósforo interviene en el crecimiento de los tallos (32).

#### *Producción forraje verde en prefloración*

De acuerdo a los datos registrados en la Tabla 2 y Figura 3, existe diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), los pastos T2 presentaron las mejores respuestas con 7.20 Tn/FV/ha/corte, seguido por el T1 y T3 con 5.80 y 4.67 Tn/FV/ha/corte respectivamente los cuales son estadísticamente similares, para finalmente ubicarse T0 con 4.07 Tn/FV/ha/corte. El uso de micorrizas provoca una simple mejora nutritiva de la planta hospedera debido al aumento de la eficacia en la absorción de nutrientes por la raíz, permitiendo la captación de agua y nutrientes más allá de la zona de agotamiento que se crea alrededor de las raíces, por la propia absorción de la planta que se refleja directamente sobre la producción de forraje en cada uno de los cortes que se realice, ya que la principal función de las micorrizas es incrementar el volumen del suelo explorado y el aumento en la absorción de nutrientes, evitando la fijación o el lavado (33).

El análisis de regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), lo cual determina que la producción de forraje verde se eleve con el empleo de hasta 500 g/ha de micorrizas, pero con niveles superiores la producción tiende a reducirse; esto se debe al uso de un exceso de micorrizas, que provoca un mayor crecimiento de las raíces lo cual puede reducir la captura de oxígeno por el hongo y la humedad, haciendo virtualmente imposible su distribución, la compactación también afecta la asimilación y distribución de nutrientes en la planta, además se presenta una relación alta de 93.90 % entre los niveles de micorrizas y producción de forraje verde (34).



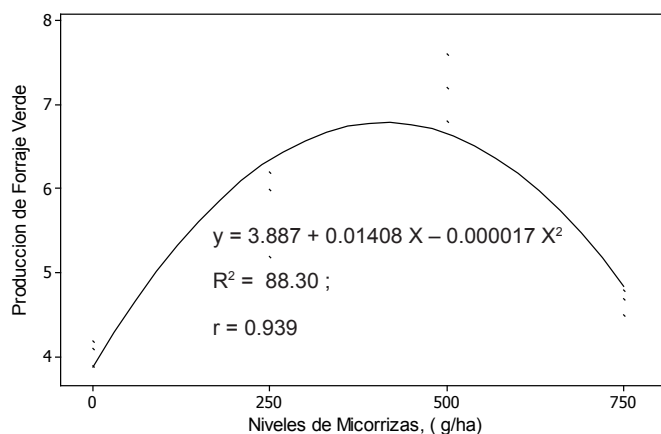


Figura 3. Análisis de la Regresión y Correlación de la Producción de Forraje Verde (Tn/FV/ha/corte) por efecto de los niveles de Micorrizas en el primer corte.

### *Producción forraje seco en prefloración*

De acuerdo a los datos obtenidos en Tabla 2 y Figura 4, los resultados presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), siendo la mejor producción en base seca del *Poa palustris* de 2.74 Tn/Ms/ha/corte para el T2, para finalmente ubicarse el T0 con 1.30 Tn/Ms/ha/corte, el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), donde se aprecia que la producción de forraje seco se incrementa cuando se emplean niveles de 500 g/ha, pero que tiende a decrecer cuando se eleva a más de 500g/ha, en tanto que presenta una relación alta entre los niveles de micorrizas y la producción de forraje en base seca con 90.00% , la mayor cantidad de hojas y crecimiento de las raíces, se explica porque la planta inoculada con el hongo incrementa el crecimiento de sus raíces y aumenta la cantidad de hojas así como el vigor de las mismas, lo cual favorece un buen desarrollo y salud de la planta (33).

Al emplear humus en la producción de forraje seco considera 3.47 Tn/Ms/ha/corte (16), valor superior al de este ensayo debido posiblemente; el humus de lombriz es un abono completo y eficaz para mejorar los suelos ya que aporta todos los nutrientes para la planta (35); rendimientos de 4.80 Tn/Ms/ha/corte en el primer corte en su investigación de la adaptación y comportamiento del *Poa palustris* en los páramos de Larkaloma (19); valores superiores debido posiblemente a que los pastos naturalizados y nativos demuestran su potencial productivo en los páramos.

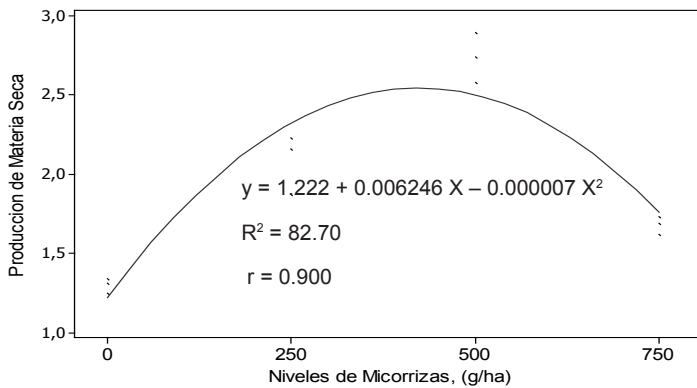


Figura 4. Análisis de la Regresión y Correlación de la Producción de Forraje en Base Seca (Tn/Ms/ha/corte) por efecto de los niveles de Micorrizas en el primer corte.

### 3.2 Comportamiento agrobotánico del pasto *Poa palustris* por efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización con micorrizas en el segundo corte en la etapa de prefloración.

#### *Tiempo de ocurrencia de la prefloración*

El tiempo de ocurrencia de la prefloración en el segundo corte del cultivo de *Poa palustris* presentó diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ), siendo el mayor tiempo de ocurrencia de la prefloración de 39,00 días para el T0 y menor tiempo el T2 con 27,67 días ver Tabla 3, en el análisis de regresión se pudo determinar una tendencia cuadrática altamente significativa como se indica en la Figura 5, ya que cuando se emplea niveles hasta 500 g/ha de micorrizas existe una mejora en el apareamiento de los días a la prefloración, existe una relación alta entre los niveles de micorrizas y días a la ocurrencia a la prefloración de 85,20 %. En relación al primer corte los días en el segundo corte se redujeron.

Variables	FERTILIZANTES								X	Prob.	CV %	Sig
	T0		T1		T2		T3					
Tiempo de Ocurrencia de la Prefloración, días	39.00	a	33.00	ab	27.67	b	34.66	ab	33.58	0.0105	7.79	*
Altura en Prefloración, cm	23.18	c	32.73	ab	35.40	a	29.60	b	30.22	<.0001	3.72	**
Cobertura Basal, %	20.17	b	25.50	a	29.17	a	22.67	a	24.37	0.0087	8.54	**
Cobertura Aérea, %	60.83	c	71.50	ab	77.33	a	70.10	b	70.10	0.0005	3.07	**
Número de tallos prefloración, N°	12.95	d	18.58	b	21.38	a	15.07	c	16.99	<.0001	4.24	**
Producción forraje verde en prefloración, Tn/ha/corte.	4.33	c	6.00	b	7.63	a	4.80	c	5.69	0.0002	6.77	**
Producción forraje seco en prefloración, Tn/ha/corte.	1.39	c	2.16	b	2.75	a	1.73	c	2.004	<.0001	6.87	**

Tabla 3. Comportamiento productivo del pasto *Poa palustris* en la fase de prefloración por el efecto de la aplicación de diferentes niveles de micorrizas en el segundo corte.

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ( $P \leq 0.05$ ), CV: Coeficiente de Variación. Prob: Probabilidad. \* Significativo. \*\*: Altamente significativo. X: Media General.

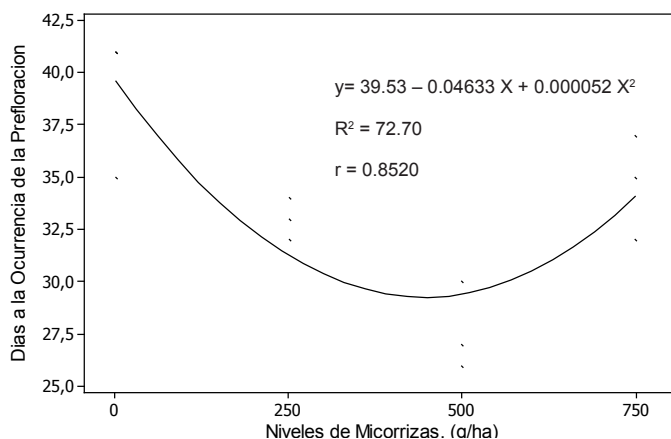


Figura 5. Análisis de la Regresión y Correlación de Ocurrencia a la Prefloración, (días) del *Poa palustris* por efecto de los niveles de Micorrizas en el segundo corte.

### Altura en Prefloración (cm)

Las alturas de las plantas del pasto *Poa palustris* en la etapa de prefloración, registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre las medias de los tratamientos por efecto de los niveles de micorrizas entre el tratamiento T2 y el T0 con 35.40 y 23.18 cm en su orden, de la misma manera se presentan los tratamientos T1 y T3 en relación al testigo con medias de 32.73 y 29.60 cm respectivamente, T2 y T1 no presentaron diferencias estadísticas significativas, al igual que entre T1 y T3, como se presenta en la Tabla 3 y Figura 6, de acuerdo al análisis de regresión existe una tendencia cuadrática altamente significativa

( $P \leq 0.01$ ), de manera que al emplear niveles de micorrizas hasta 500 g/ha existe un incremento de la altura de la planta, pero cuando se emplea niveles superiores esta variable tiende a disminuir, además existe una relación alta de 97.80% entre los niveles y la altura.

Las micorrizas intervienen en la absorción, por lo que se extienden por el suelo proporcionando agua, nutrientes y protegiendo las raíces de algunas enfermedades (17), indica que bajo el efecto de varios niveles de té estiércol utilizados en la fertilización foliar en *Poa palustris*, la altura de la planta de 34.28 y 33.54 cm en las plantas de las parcelas fertilizadas con 1666 y 833 l/ha de té estiércol, respectivamente, seguidas de las parcelas fertilizadas con 1250 l/ha con 33.13 cm, estos datos son superiores a los reportados en este estudio lo que puede deberse a que los abonos orgánicos mejoran las características de las plantas, ya que tendrán mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos, es decir que a medida que se incrementa los cortes, igualmente la altura responde con mejores promedios.

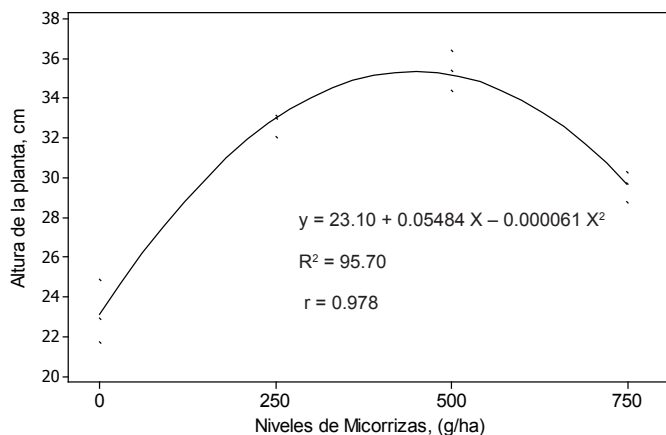


Figura 6. Análisis de la Regresión y Correlación de la altura del *Poa palustris* por efecto de los niveles de Micorrizas en el segundo corte.

### Cobertura Basal, (%)

Se presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), los pastos de los tratamientos T2, T1 y T3 alcanzaron las mayores coberturas con 29.17, 25.50 y 22.67 % en su orden, mientras que los pastos que fueron testigos reportaron la menor cobertura basal con 20.16 %, como se aprecia en la Tabla 3.

### Cobertura Aérea

En cuanto a esta variable se puede determinar que se presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre los tratamientos T2 y T0 con

promedios de 77.33 y 60.83 % en su orden, de la misma manera se comportaron los tratamientos T1 y T3 en relación al testigo con medias de 71.50 % y 70.10 % en su orden. Los tratamientos T3y T1 no muestran diferencias estadísticas significativas, al igual entre T1 y el T0. Tabla 3.

#### *Número de tallos prefloración, (N<sup>a</sup>)*

En el número de tallos en prefloración existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), estableciéndose como el mayor en número de tallos T2 con 21.38 tallos/planta, seguido por el tratamiento T1 con 18.58 tallos/planta, luego el T3 con 15.07 para finalmente ubicarse T0 con 12.95 tallos/planta, existe un aumento del número de tallo en la planta en relación al primer corte. Tabla 3.

#### *Producción forraje verde en prefloración, Tn/ha/corte*

La variable producción de forraje en prefloración Tabla 3, presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), siendo la mejor producción en forraje verde al utilizar los diferentes niveles de micorrizas el T2 con 7.63 Tn/ha/corte, seguida por el tratamiento T1 con 6.00 Tn/FV/ha/corte, para finalmente ubicarse los tratamientos T3 y testigo con 4.80 y 4.33 Tn/FV /ha/corte en su orden, en cuanto al análisis de regresión se presentó una línea de tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) ver tabla 3, de manera que al emplear niveles hasta 500 g/ha de micorrizas existe un aumento en la producción de forraje verde de 0.01471 Tn/FV/ha/corte por cada nivel utilizado, de modo que al usar niveles superiores a este existe una disminución en la producción , además existe una relación de 87.40 % entre los niveles de micorrizas y la producción de pasto, como se reporta en el Figura 8, la producción es mayor en los tratamientos al comparar con T0.

#### *Producción forraje seco en prefloración, Tn/ha/corte*

De acuerdo a los valores determinados en la producción de forraje verde como se da a conocer en Tabla 3, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ),siendo la mejor producción en forraje en base seca el tratamiento T2 con 2.75 Tn/Ms/ha/corte, seguido por T1 con 2.16 Tn/Ms/ha/corte, para finalmente ubicarse el tratamiento T3 y T0 con 1.73 y 1.39 Tn/Ms/ha/corte en su orden, en el análisis de la regresión existe una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), de modo que al suministrar a las plantas niveles de hasta 500 g/ha la producción en base seca de la *Poa palustris* se mejora en 0.006014 Tn/Ms/ha/corte por cada nivel de micorrizas empleado, mientras que al utilizar niveles superiores la producción se deprime, existe una relación alta de los niveles con la producción de forraje en base seca de 91.30 %.

### Análisis bromatológico

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Materia Seca, %	38	36	34	36
Humedad, %	62	64	66	64
Proteína, %	7.27	10.08	10.25	9.74
Fibra, %	33.25	31.15	30.25	32.52
Cenizas, %	8.07	7.85	6.89	7.65
Materia Orgánica, %	91.93	92.15	93.11	92.35
Extracto Etéreo, %	2.12	2.24	2.35	2.18

Tabla 4. Análisis bromatológico del pasto *Poa palustris* en el estado fenológico de prefloración sometido a diferentes niveles de micorrizas.

En la Tabla 4, se reporta un valor mayor de contenido de materia seca en T0 con 38 %, estos valores considerados no solo puede darse por el empleo de las micorrizas sino por las condiciones medio ambientales que se presentan durante la época de producción, en cuanto a proteína se analiza que el tratamiento T2 reportó los mejores resultados con 10.25 %, el mayor contenido de fibra en los pastos obtenidos de T0 33.25 %, debido que la prefloración a mayor número de días tendrá mayor contenido de celulosa y lignina y consecuentemente mayor contenido de fibra. El contenido de cenizas del pasto *Poa palustris* se estableció para el T0 con 8.07 %. El extracto etéreo se considera que el pasto sometido a T2 reportó un contenido de 2.35 %.

### Análisis económico

El análisis económico del indicador beneficio/costo, Tabla 5, se registró en T2 con 1.50, es decir por cada dólar invertido existe una relación B/C de 0.50 centavos de dólar, cantidad que se reduce al emplear T1 con 1.08 centavos de dólar, en tanto que T3 0.84, ya que con su aplicación se estaría ocasionando pérdidas recuperando por un dólar invertido 0.84 centavos de la misma manera en los pastos sin fertilización.

Parámetros		TRATAMIENTOS			
		T0	T1	T2	T3
Mano de Obra	1	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
Herramientas	2	384.90	384.90	384.90	384.90
Análisis de Suelo	3	287.5	287.5	287.5	287.5
Micorrizas	4		218.3	225.3	230.15
Uso del suelo		400	400	400	400
Total de Egresos		2272.40	2490.70	2497.70	2502.55
Producción de forraje		4.20	5.90	7.42	4.73
Días a la prefloración		39.17	32.17	28.16	32.83
Número de Cortes al Año		9.32	11.35	12.96	11.12
Producción forraje verde, Tn/ha/año	5	39.14	66.95	96.13	52.62
Ingreso por venta de forraje, \$		1565.62	2677.93	3845.06	2104.77

Beneficio/Costo		0.69	1.08	1.50	0.84
1: Jornal \$100,00 mensuales, para el año					
2: Costo por Herramientas 384,90.					
3: Análisis en los Laboratorios.					
4: Micorrizas Empleadas.					
5 : Costo por kilogramo de Materia Seca 0,04Kg.					

Tabla 5. Análisis económico de la producción del pasto *Poa palustris* al emplear diferentes niveles de micorrizas.

#### 4. Conclusiones

En el primer corte se registró el mejor tiempo de prefloración de 28.66 días para el tratamiento M500 (500 g/ha Micorrizas), así como en la altura con 32.67 cm, cobertura basal y aérea con 27.33 y 24.16 % y el número de tallos con 16.76 tallos/planta.

En el segundo corte de evaluación el tratamiento que mejores rendimientos demostró fue el M500 (500 g/ha Micorrizas), la presentación del mejor tiempo a la prefloración fue de 27.67 días, con alturas de planta de 35.40 cm, en relación a la cobertura basal y aérea fue de 29.17 y 77.33 %, el número de tallo por planta fue de 21.38 tallos/planta

La producción de forraje verde y materia seca presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con el empleo de micorrizas alcanzando las mejores respuestas con el empleo del tratamiento M500 (500 g/ha Micorrizas) en el primer corte con 7.20 Tn/FV/ha/corte, 2.73 Tn/Ms/ha/corte respectivamente, mientras que en el segundo corte alcanzaron valores de 7.63 Tn/FV/ha/corte y 2.74 Tn/Ms/ha/corte.

El análisis bromatológico de los pastos demostró que el mejor porcentaje de proteína, materia orgánica y extracto etéreo se reportó con la fertilización del tratamiento M500 (500 g/ha de micorrizas), con 10.25%, 93.11 % y 2.35 % en su orden y el mayor contenido de fibra para el Testigo M0 con 33.25 %.

El mejor beneficio/costo es 1,50 se reporta mediante el empleo del M500 (Micorrizas 500 g/ha), mientras que a partir del testigo solo se recupera un 69 %.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

#### Referencias

1. Smith, S. E. and Read, D. J. 1997. Mycorrhizal symbiosis. 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press. San Diego 162, 164.
2. Read, D. 1998. Plants on the web. Nature. 396:22-23.

3. Simon, L.; Bousquet, J.; Lévesque, R. C. and Lalonde, M. 1993. Origin and diversification endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants. *Nature*. 363:67-69.
4. Alarcón, A. y Ferrara, R. 2000. Biofertilizantes: importancia y utilización en la agricultura. *Agric. Téc. Méx.* 26:191-203.
5. Perrín, R. 1990. Interaction between mycorrhizae and diseases caused by soil borne fungi use. *Soil Manag.*28:189.
6. Azón-Aguilar, C. & Barea, J.M. 1992. Interaction between mycorrhizae fungi and other rhizosphere microorganisms. *Mycorrhizal functioning and Interactive Plant-Fungus Process*. Ed. M. Foller Chapman and Hall, N.Y. pp. 163.
7. Kabir Z. y R.T. Koide. 2000. The effect of dandelion or a cover crop on mycorrhiza inoculum potencial, soil aggregation and yield of maize. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78: 167-174.
8. Peterson R.L., H.B. Massicotte y L.H. Melville. 2004. Arbuscular mycorrhizas. En: *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*. NRC-CNRC. Research Press. Ottawa. Canada. Chap.3: 57-79
9. Coyne M. 1999. *Soil Microbiology: An exploratory approach*. Delmar Publishers. pp 462.
10. Albrecht, C., Geurts, R. & Bisseling, T. 1999. Leghume nodulation and mycorrhizae formation, two extremes in host specificity meet. *The EMBO J.* 18:281.
11. Brockwell, J., Bottomley, R.J. & Thies, J. 1995. Manipulation of Rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: a critical assessment. *Plant and Soil* 174:143
12. Burdman, S., Kigel, K. & Okoa, Y. 1997. Effect of *Azospirillum brasillense* on nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L). *Soil Biol. Biochem.* 29:92.
13. Stephen E. Hart and Patrick E. McCullough 2007. Annual Bluegrass (*Poa Annua*) Control in Kentucky Bluegrass (*Poa Pratensis*) with Bispyribac-sodium, Primisulfuron, and Sulfosulfuron. *Weed Science Society of America. Weed Technology* 21(3):702-708. 2007 . <https://doi.org/10.1614/WT-05-158.1>
14. L.K.AbbottA.D.Robson. 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 35, Issues 2–3, April 1991, Pages 121-150
15. Jansa J., F.E. Smith y S.E. Smith. 2008. Are there benefits of simultaneous root colonization by different arbuscular mycorrhizal fungi *New Phytologist* 177: 779-789
16. Puetate, F. 2008. Evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos en la producción de forraje y semilla de *Poa palustris* en la estación agro - turística Tunshi. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 25-39.
17. Ausay, V. 2007. Evaluación del efecto de la aplicación del abono líquido foliar orgánico de estiércol de conejo, enriquecido con micro elementos en la producción de forraje y semilla de la *Poa palustris* (poa). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 29-49.
18. Huebla, V. 2000. Producción de semilla de dos especies forrajeras altoandinas (holco y poa) con diferentes niveles de fertilización a base de N y P. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 35-49.
19. Pasto, F. 2008. Evaluación del grado de adaptación de dos especies forrajeras, *Poa palustris* y *Arrhenatherum elatius* en comparación con *Lolium perenne* en la comunidad de Larkaloma. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 55-65.
20. Poaquiza, N. 2007. Determinación del nivel óptimo de nitrógeno y fósforo en la producción de forraje y semilla de la *Poa palustris*. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Pp. 31-53.



21. Valdivieso, E. 2005. Producción de forraje y semilla en la *Poa palustris* con diferentes niveles de fertilización a base de nitrógeno y fósforo. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 62-64.
22. Osman, M. B., Abdulhamid, A., Mohammad, N. and Wan, M. W. Y. 2010. Comparison of different delivery system of *Trichoderma* and *Bacillus* as biofertilizer. *Adv. Environ. Biol.* 4: 31-33.
23. Agarwal, PK, Jha, B. 2010. Transcription factors in plants an ABA dependent and independent abiotic stress signaling. *Biologia Plantarum*. June 2010, Volume 54, Issue 2, pp 201–212.
24. Apel K, Hirt H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. *Annu Rev Plan Biol* 55.
25. Tang, M. 1988. Selección de cepas eficientes de *Rhizobium* en cuatro cultivares. *Stylosanthes guianensis*. *Pastos y Forrajes*. 9-29.
26. Bradford M. 2000. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*
27. Volume 72, Issues 1–2, 7 May 1976, Pages 248-254.
28. Pooja, S.; Dudeja, S. and Neeru, N. 2007. Development of multiple co-inoculants of different biofertilizers and their interaction with plants. *Archives of Agron. Soil Sci.* 53: 221-230.
29. Sessitsch, A.; Howieson, J. G.; Perret, X.; Antoun, H. and Martinez-Romero, E. 2002. Advances in *Rhizobium* research. *Crit. Rev. Plant Sci.* 21:323-378.
30. Andrade, W. (1993) Recolección y caracterización de especies forrajeras Altoandinas. Tesis de gado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p 45 - 47.
31. Lugtenberg, B. and Kamilova, F. 2009. Plant-Growth-Promoting rhizobacteria. *Ann. Rev. Microbiol.* 63: 541-556.
32. Olalde, P. V. y Serratos, R. 2004. Biofertilizantes: micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento. Simposio de biofertilización “la biofertilización como tecnología sostenible”. Memoria.
33. Willians, C.A. y Graver, R.J. 2004. Anthocyanins and other flavonoids. *Covering: January 2001 to December 2003*. Previous review: *Nat. Prod. Rep.*, 2001, 18, 310.
34. Bashan, Y. 2008. El uso de inoculantes microbianos como una importante contribución al futuro de la agricultura mexicana. In: Diaz-Franco, A. y Meyek-Pérez, N. (Eds.). *La biofertilización como tecnología sostenible*. Plaza y Valdéz. México. 17-24 pp.
35. Boddey, R. M.; Polidoro, J. C.; Resende, A. S. Alves, B. J. R. and Urquiaga, S. 2001. Use of the  $^{15}\text{N}$  natural abundance technique for the quantification of the contribution of  $\text{N}_2$  fixation to sugar cane and other grasses. *Aust. J. Plant Physiol.* 28:889-895.
36. Ochoa, J. 2009. Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos de manzana. Disponible en: <http://lombrimadrid.es/humus-delombriz/estudios-cient%C3%ADficos-sobre-el-humus/> pp 64.

# UTILIZACIÓN DE TRES GRAMÍNEAS TROPICALES MEJORADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO ENGORDE

(USE OF THREE IMPROVED TROPICAL GRAMMAR IN THE FEEDING  
OF CUYES IN THE GROWTH GROWTH STAGE)

Wilson Vitaliano Oñate Viteri<sup>1\*</sup>, Julio Enrique Usca Mendez<sup>1</sup>,  
Edison Gustavo Yugcha Calapaqui<sup>1</sup>

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo;

\*Correspondencia: dirección postal: EC060155; telf. (03)2998200  
wilsonovec@yahoo.es (W. Oñate)

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es utilizar tres gramíneas tropicales mejoradas en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento engorde para determinar el comportamiento productivo. El ensayo se realizó en el cantón el Chaco, provincia de Napo, finca san José, se utilizaron tres tratamientos *Pennisetum purpureum*, (kingras), *Pennisetum violaceum* (maralfalfa) y *Brachiaria humidicola* (brachiaria) más balanceado comercial frente al tratamiento testigo (kingras) con cuatro repeticiones, se utilizaron 64 cuyes machos mejorados divididos en dos ensayos consecutivos con 32 cuyes cada uno, los cuales se analizaron bajo un diseño completamente al azar (ADEVA y separación de medias Tukey ( $P < 0,05$ )). Los resultados indican que los mejores parámetros productivos se encontraron al utilizar el tratamiento *Braquiaria humidicola* + balanceado cuyo peso final fue de 1,13 kg, ganancia de peso de 0,88 kg, con un consumo de forraje de 2,708 kg y de balanceado de 1,36 kg; alcanzándose una conversión alimenticia de 4,6; además se determinó el peso a la canal (0,673 kg) y rendimiento a la canal (59,217 %) y en cuanto al beneficio/costo se obtuvo una rentabilidad de 1,19 por lo que se recomienda utilizar este tratamiento en la alimentación de cuyes en esta zona.

**Palabras Claves:** kingras, brachiaria, maralfalfa, gramíneas, cuy, Chaco.

## ABSTRACT

The objective of the present study is to use three improved tropical grasses in guinea pig feeding in the fattening growth stage to determine the productive behavior. The trial was carried out in the Chaco canton, province of Napo, San José farm, three treatments *Pennisetum purpureum*, (kingras), *Pennisetum violaceum* (maralfalfa) and *Brachiaria humidicola* (brachiaria) more commercially balanced compared to the control treatment (kingras) with four repetitions, 64 improved male guinea-pigs divided into two consecutive trials with 32 guinea pigs each were used, which were analyzed under a completely randomized design (ADEVA and Tukey separation of means ( $P < 0.05$ )). that the best productive parameters were found when using the *Braquiaria humidicola* + balanced treatment whose final weight was 1.13 kg, weight gain of 0.88 kg, with a forage consumption of 2.708 kg and of balanced 1.36 kg, reaching a feed conversion of 4.6, also determined

the weight to the carcass (0,673 kg) and yield to the carcass (59.217%) and as for the benefit / cost, a profitability of 1.19 was obtained. what is recommended to use this treatment in guinea pig feeding in this area.

**Key words:** *kingras, brachiaria, maralfalfa, grasses, cuy, Chaco.*

## 1. Introducción

En el Ecuador la economía de los campesinos de la región amazonia es preocupante debido a que las actividades como la agricultura, ganadería, pesca entre otras no generan ingresos que garantizan la seguridad y soberanía alimentaria. Según la Unidad Municipal de Desarrollo Sustentable del Chaco (1), indica el ingreso mensual de las familias de campesinos es aproximadamente cien dólares lo cual imposibilita satisfacer las necesidades básicas, por lo que se busca alternativas de producción pecuaria en este sector de la amazonia. Para contribuir a la cría intensiva de los cuyes es necesario aprovechar su condición de herbívoro y evaluar alternativas alimenticias de bajo costo y de fácil adquisición, como las gramíneas, que al combinarlas con una mínima cantidad de balanceado (suplemento) se logra cubrir los requerimientos nutritivos en cada una de las fases por las que atraviesa (cría, recría, engorde, lactancia y gestación) incrementando significativamente su rendimiento.

Con la finalidad de mejorar las condiciones de alimentación y la económica de los pequeños productores de este sector de la amazonia ecuatoriana y por otra parte obtener una ganancia de peso rápida y eficiente por parte de los animales, así como también conocer los efectos que causan estas gramíneas tropicales en el comportamiento biológico se implementó esta investigación con el objeto de encontrar una alternativa eficiente y económica en alimentación de cuyes. Las gramíneas tropicales mejoradas como el *Pennisetum purpureum* (Kingras), *Pennisetum violaceum* (maralfalfa), y *Brachiaria humidicola* (Brachiaria) son pastos de gran adaptabilidad y producen un alto rendimiento forrajero además, posee un alto contenido de proteína del 16% (2), lo que permite fundamentarle como un alimento prometedor para los animales sobre todo en la amazonia ecuatoriana, donde la carencia de pastos de alto valor nutritivo ha impedido una eficiente producción, por otra parte considerando que los pastos constituyen la manera más económica y practica de alimentar a los cuyes.

Los pastos en los cuyes tienen vital importancia ya que ofrecen vitamina C, y a la vez es un vehículo de aporte hídrico. Los cuyes poseen la habilidad para aprovechar los pastos y forrajes debido al volumen del ciego y la flora bacteriana allí desarrollada y que tienen como función degradar los alimentos fibrosos y groseros (3-4). Por lo señalado anteriormente se planteó los siguientes objetivos: Evaluar el efecto de tres gramíneas forrajeras *Pennisetum purpureum*, (Kingras), *Pennisetum violaceum*, (maralfalfa) y *Brachiaria humidicola* (Brachiaria) más concentrado comercial en la alimentación de cuyes en la etapa crecimiento engorde para determinar el mejor pasto tropical en la alimentación de esta especie zootécnica y finalmente establecer la rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se desarrolló en la parroquia Santa Rosa, Cantón el Chaco, Provincia del Napo km. 137 vía Quito - Lago Agrio, finca San José la misma que está a una altitud de 1650 msnm. con una temperatura promedio de 16°C, y una precipitación de 700 mm y una humedad del 70% (5). La investigación tuvo una duración de 150 días.

### 2.2 Unidades experimentales

En la presente investigación se utilizaron 32 cuyes, estos fueron machos mejorados, destetados de 21 días con un peso promedio de 250 g, para las etapas de crecimiento y engorde, con una réplica de 32 cuyes con las mismas características

### 2.3 Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se utilizaron tres tratamientos (kingras) *Pennisetum purpureum*, (maralfalfa), *Pennisetum violaceum* y (brachiaria) *Brachiaria humidicola* (100 gramos) más balanceado comercial (40 gramos), frente a un tratamiento control (*Pennisetum purpureum*), sin balanceado comercial, con cuatro repeticiones por tratamiento, los cuales se analizaron bajo un Diseño Completamente al Azar.

### 2.4 Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos en la investigación fueron sometidos al paquete estadístico SAS (6), realizando los siguientes análisis estadísticos.

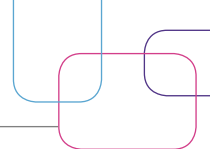
- Análisis de varianza.
- Separación de medias según Tukey al 5 % y 1%.

### 2.5 Procedimiento experimental

#### 2.5.1 Recepción de los animales

Una vez seleccionados los animales se les peso y se sometió a un análisis estadístico (ADEVA) con la finalidad de garantizar que los animales sean homogéneos.

Antes de la recepción los galpones se prepararon adecuadamente, se desinfectaron los galpones y pozas con un lanzallamas, cal y amonio cuaternario con la finalidad de garantizar de un ambiente aséptico que evite la proliferación de microorganismos y la posible presencia de enfermedades (7)



### 2.5.2 Manejo de los animales en el periodo de crecimiento y engorde

- El manejo de los animales se realizó de la siguiente manera (7):
- Pesaje diario del alimento forrajero y consumo de concentrado antes de disponer a los animales.
- Pesaje del diario residuo de forraje y concentrado para calcular el consumo real de alimento en base seca.
- Sacrificio de los animales al concluir la investigación.
- Pesaje de las canales.

### 2.5.3 Programa Sanitario

Al Inicio de la investigación se realizó una limpieza y desinfección del galpón con el propósito de erradicar la presencia de ectoparásitos (7) que pudieran alterar el desarrollo del estudio. Posteriormente y cada 15 días se realizó la limpieza y desinfección para lo cual se utilizó como desinfectante el yodo y como desparasitante asuntol en una proporción de 1 gramo del producto/lt, de agua, para cada uno de los casos respectivamente (7).

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Caracterización de las gramíneas tropicales

#### 3.1.1 Altura de la planta (cm)

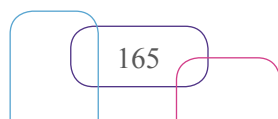
La altura del *Pennisetum purpureum* (Kingras), *Pennisetum violaceum*, maralfalfa y *Braquiaria humidicola* fue de 180, 220 y 100 cm respectivamente, pudiendo manifestar que estas especies amazónicas como el kingras y maralfalfa son híbridos (2) los cuales ha sido manipulados para producir grandes volúmenes de forraje para la alimentación animal principalmente de rumiantes como los bovinos y su forma de cosecha mediante el corte, mientras que las braquiarias son especies que tienen una altura más corta propias para pastoreo de animales, como se observa en la tabla 1.

Especies forrajeras	Altura (cm)	Cobertura aérea %	Cobertura basal %	Prod.MS t/ha/corte	Prod. FV /t/ha/corte
<i>Pennisetum purpureum</i>	180	93	67,0	30	200
<i>Pennisetum violaceum</i>	220	98	74,5	60	250
<i>Braquiaria humidicola</i>	100	97	87,0	6	30

Tabla 1. Caracterización de las gramíneas tropicales.

Prod.MS: Producción de materia seca

Prod. FV: Producción de forraje verde



Según (8) nos indica que es una planta perenne y de crecimiento erecto muy similar a la caña de azúcar, que alcanza alturas de 300 cm. cuyo valor es superior al de 180 cm. encontrado en la presente investigación. Además (9) señala que el maralfalfa presenta alturas de 240 a 250 cm, valores superiores a 220 cm registrados en la presente trabajo esto quizá se deba a las condiciones agroclimáticas de nuestra amazonia ecuatoriana. Por otra parte la *Brachiaria humidicola* bajo condiciones normales en climas templados puede alcanzar 100 cm de altura (9), la cual es similar a la observada en la presente investigación.

### 3.1.2 Cobertura aérea (%)

La cobertura aérea del kingras, maralfalfa y braquiaria fue de 93, 98 y 97 % respectivamente, pudiendo manifestar que estas especies amazónicas por la condición climatológica tienen a crecer los pastos además a desarrollar su follaje en forma amplia lo que permite una cobertura aérea alta en todas estas especies (11).

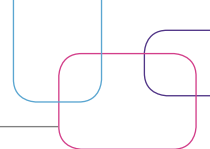
En investigaciones realizadas (10) manifiesta que utilizando fertilización orgánica en maralfalfa con 6 y 7 t de casting por hectárea se obtuvo una cobertura aérea de 100% valor que supera a 98 % y 93% del kingras encontrados en la presente investigación. Además la cobertura aérea de la braquiaria en asociación con otros pastos tales como *Brachiaria arrecta* y *Panicum maximum* puede ir hasta un 52 % (11) superando notablemente a la otra gramínea y a las leguminosas de esta mezcla forrajera sin embargo es menor al valor encontrado en la presente investigación esto quizá se deba a que los pastizales fueron establecidos como mezcla forrajera mientras que en esta investigación existieron pastizales sin mezcla forrajera.

### 2.0.3 Cobertura basal (%)

La cobertura basal del Kingras, maralfalfa y braquiaria fue de 67, 74.5 y 87 % respectivamente, su condición de cultivo hacen que una gran proporción del suelo se encuentre cubierto de este pasto, sin llegar a cubrir el 100 %, puesto que el espacio que ocupa esta especie no permite que macolle demasiado para que llene el 100 % de la superficie del suelo (12)

En investigaciones realizadas por (10) utilizando fertilización orgánica en maralfalfa con 6 y 7 tn de casting por hectárea se obtuvo una cobertura aérea de 67,50% valor que es inferior a 74,5% y es superior a 67 % del kingras lo cual fue encontrado en la presente investigación. Además (31) indica una cobertura basal que va de un 12 a un 20% en mezcla con *Brachiaria arrecta* y *Panicum maximum* siendo este valor inferior a 87% encontrado en la presente investigación lo cual se atribuye a que es mayor debido a que no está dentro de una mezcla forrajera.

### 2.0.4 Producción de forraje verde (Tn/ha/año)



La producción de forraje verde del Kingras, maralfalfa y braquiaria fue de 200, 250 y 30 t/ha / corte respectivamente, encontrando mayor producción en la maralfalfa y mientras que en la Brachiaria está por ser menos alta, sus tallos más pequeños, igual su producción es proporcional a la altura de esta especie.

Según (13) manifiesta que existe una producción de kingras que puede llegar de 338 a 350 t /ha valor que supera notablemente al encontrado en la presente investigación. La producción promedio de esta especie es de 15 a 25t/ha/año bajo buenas condiciones de manejo y fertilización cuyo valor es un tanto inferior 30t/ha/año encontrado en la presente investigación por otra parte (14) señala que el maralfalfa presenta una producción de 285 t/fv/ha cuyo valor es superior al de 250 t/ha encontrado en la presente investigación debido posiblemente a las diferentes condiciones agroclimáticas, de siembra, fertilización y manejo de los pastizales de nuestro país.

### 2.0.5 Producción de materia seca (t/ha/año)

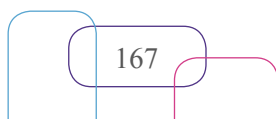
La producción de materia seca del Kingras, maralfalfa y braquiaria fue de 30, 60 y 6 t/ha de materia seca respectivamente, esta producción está relacionada en función del porcentaje de materia seca que disponga el forraje y la edad al corte.

Según (15) nos indica que king grass puede producir hasta 26,3 t de materia seca (MS) por corte bajo efectos de siembra en parcelas cuyo valor es inferior al encontrado en la presente investigación y (10) manifiesta que utilizando una fertilización orgánica en maralfalfa con 6 y 7 t de casting por cada hectárea se obtuvo una producción de 20,60 t/ha. Por otra parte (16) indica que la *Brachiaria humidicola* tiene una producción de 10 a 13 t/ms/ha/año, los cuales son valores superiores a los encontrados en la presente investigación quizá esto se deba a las diferentes condiciones de siembra, de fertilización y manejo de los suelos de nuestra amazonia ecuatoriana.

## 3.2 Materia seca y digestibilidad de los pastos

### 3.2.1 Materia seca (%)

La maralfalfa es el paso amazónico que mayor cantidad de materia seca registro frente a la *Braquiaria humidicola* y más aún al kingras debido a que sus contenidos fueron de 23,97, 20,16 y 15,64 %, de esta manera se puede mencionar que esta proporción de materia seca hace que influya en la eficiencia alimenticia de las especies zootécnicas en cada zona. Según (15) señala que a los 60 días la ms del kingras es de 19 % que es superior a 15,64 % e inferior al 23,97% del maralfalfa encontrado en la presente investigación esto quizá se deba al estado fisiológico, a la etapa de corte del pasto ver tabla 2.





Especies forrajeras	Materia seca (%)	Humedad (%)	Digestibilidad (%)
<i>Pennisetum purpureum</i>	15,64	84,36	39,86
<i>Pennisetum violaceum</i>	23,97	76,03	47,25
<i>Braquiaria humidicola</i>	20,16	79,84	44,04

Tabla 2. Materia seca y digestibilidad de los pastos tropicales.

Fuente: ESPOCH Laboratorio de Nutrición Animal FCP (17)

### 3.2.2 Humedad (%)

El kinggrass, maralfalfa y braquiaria registraron humedades de 84,36, 76,03 y 79,84 % respectivamente, los mismos que hacen más o menos eficientes en la alimentación de especies domésticas, señalando que a mayor proporción de agua, la cantidad de materia seca es inversamente proporcional en todas las especies vegetales, además esto ayuda a que como alimento sea más aprovechable cuando tiene más materia seca, puesto que con ello se dispone mayor cantidad de nutrientes, siempre y cuando estos no sean muy ligninosos o posean un alto porcentaje de proteína que no favorece principalmente a los mono gástricos principalmente por su condición gástrica que no pueden asimilar los nutrientes eficientemente como lo hace un rumiante.

### 3.2.3 Digestibilidad (%)

Según el análisis de laboratorio la maralfalfa registró mayor digestibilidad invitro de este pasto, siendo superior a los pastos braquiaria y más aún del kingras puesto que presentaron indicadores de 44,04; 39,86y 47,27 % respectivamente, este indicador nos permite de alguna manera estimar la eficiencia de los alimentos en la producción de los animales, aunque también es necesario manifestar que debe estar relacionado principalmente con el contenido de macro y microelementos para que estos sean la base de la asimilación de nutrientes en el sistema digestivo de los animales.

## 3.3 Comportamiento productivos de cuyes alimentados con gramíneas tropicales en la fase de crecimiento y engorde

### 3.3.1. Peso Inicial y final (kg)

El peso inicial de los cuyes registran en promedio un valor de 0,255 kg en el primero y segundo ensayo, con un coeficiente de variación de 0,936 y 1,09 %, de esta manera se pudo evidenciar que estos animales fueron homogéneos, por lo tanto la aplicación del diseño completamente al azar fue adecuado para el material experimental, ver tabla 3. Finalmente a los 90 días, la aplicación de braquiaria mas balanceado permitió registrar un peso de 1,136 kg de peso vivo, el cual difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del kin-



gras sin balanceado con el cual se alcanzó un peso de 0,877 kg, comportamiento que guarda relación con en el segundo ensayo, de esta manera ratificándose los resultados experimentales en esta variable. Por lo señalado se puede definir que la braquiaria en combinación con el balanceado permitió registrar una buena conversión alimenticia que se ve reflejado en el peso corporal de los animales, debido a que el balanceado complementa adecuadamente los requerimientos nutricionales de proteína, energía, fibra y elementos minerales que requiere estas especies zootécnicas para expresar su potencial genético.

Según (18), reporta que el peso al sacrificio de los animales fue de 0,998 kg de los cuyes que se alimentaron con ensilaje de maralfalfa, por otra parte (19), al estudiar el efecto de la utilización del ensilaje del pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal en alimentación de cuyes, registró pesos entre 0,870 y 0,900 kg, valores inferiores a los encontrados en la presente investigación.

Tabla 3. Comportamiento productivo de los cuyes alimentados con tres gramíneas tropicales en la etapa de crecimiento y engorde

Variables	Tratamientos					E.E.	Prob.
	T0		T1	T2	T3		
Peso inicial (kg)	0,256		0,25		0,255	0,255	
Peso final (kg)	0,877	c	0,9	c	0,989 b	1,136 a	0,01 1E-04
Ganancia de peso (kg)	0,617	c	0,65	c	0,735 b	0,882 a	0,01 1E-04
Consumo forraje (kg MS)	1,615	c	1,61	c	2,651 b	2,708 a	0,02 0,001
Consumo balanceado (kg MS)	0	b	1,36	a	1,395 a	1,363 a	0,01 1E-04
Consumo alimento en (kg MS)	1,615	c	2,97	b	4,046 a	4,071 a	0,02 0,001
Conversión alimenticia	2,622	d	4,6	c	5,511 a	4,619 b	0,07 1E-04
Peso a la canal (kg)	0,506	c	0,52	c	0,579 b	0,673 a	0,01 1E-04
Rendimiento a la canal (%)	57	b	57,2	b	58,509 b	59,217 a	0,74 1E-04
Beneficio/Costo	1,12		1,05		1,07	1,19	

Tabla 3. Comportamiento productivo de los cuyes alimentados con tres gramíneas tropicales en la etapa de crecimiento y engorde

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ( $P < 0.05$ ).

E.E. Error estándar.

T0: Kingras

T1: Kingras más balanceado

T2: Maralfalfa más balanceado

T3: Braquiaria más balanceado

### 3.3.2 Ganancia de peso (kg)

La ganancia de peso durante el periodo de engorde en promedio para la braquiaria mas balanceado fue de 0,882 kg, el mismo que difiere significativamente ( $P < 0,01$ ) del resto de tratamientos, principalmente de kingras sin balanceado con

el cual se alcanzó 0,617 kg de ganancia de peso, pudiendo manifestarse que la mezcla de braquiaria más balanceado comercial permitió registrar los mejores incrementos de peso en la especie *Cavia porcellus*.

Según (20), reporta que los cuyes alcanzaron una ganancia de peso de 8,84 gramos/animal/día, valores aparentemente superiores a los registrados en el presente estudio puesto que se alcanzaron en promedio una ganancia diaria de peso en los 150 días 6,6 g/animal/día, esto puede deberse a que se utilizó en el presente estudio gramíneas tropicales, las cuales se caracterizan por ser más rústicas y poseer en su estructura mayor porcentaje de fibra, en relación a una alimentación tradicional, además son pastos de clima templado que son de mayor calidad nutritiva.

Además (19) al estudiar el efecto de la utilización del ensilaje del pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal en alimentación de cuyes, reportó ganancias de pesos entre 0,449 y 0,473 kg, valores inferiores a los encontrados en la presente investigación, esto puede deberse a que en el presente estudio se realizó la investigación en la amazonia lugar en donde las condiciones ambientales son diferentes (clima cálido) que influye directamente en el desarrollo y crecimiento de las especies animales y vegetales.

### 3.3.3 Consumo de forraje (kg MS)

El mayor consumo de forraje fue de 2,71 Kg en promedio en la alimentación de los cuyes sometidos a braquiaria más balanceado, el mismo que difiere significativamente ( $P < 0,01$ ), del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento testigo (solo kingras) y kingras más balanceado con los cuales se determinaron un consumo de 1,62 y 1,61 kg respectivamente, siendo necesario mencionar que la braquiaria más el balanceado fueron los alimentos más palatables que el resto de tratamientos, los mismos que se pueden observar mediante la menor cantidad de alimento ingerido por esta especie.

Según (20), señala que un cuy en promedio consume de 160 a 40 g/animal/día en forraje fresco, se pudo registrar un consumo de alfalfa en materia seca, que equivalió a cantidades de 3554 gramos cuando los cuyes no consumieron caña de azúcar fresca y picada (46,8 g MS/animal/día), los cuales son superiores al encontrado en la presente investigación. Además (18) reporta que el consumo de materia seca acumulada de los cuyes alimentados con ensilaje de maralfalfa cosechado a los 30, 45 y 60 días fue de 4,10, 4,09 y 4,08 kg.

### 3.3.4 Consumo de balanceado (kg/MS)

En consumo de concentrado en los cuyes que recibieron a más de los forrajes balanceado fue de 1,360, 1,395 y 1,363 kg. entre los cuales no se registraron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), siendo necesario mencionar que mayor la cantidad de consumo de balanceado se registró al utilizar maralfalfa, quizá se deba a que esta no disponga de suficientes elementos minerales (oligoelementos).

Según (21), señala que al utilizar un concentrado como alimento el consumo de MS en cuyes alimentados con una ración peletizada es de 1,448 kg, cuyo valor es un tanto superior a 1,360; 1,395 y 1,363 kg encontrados en la presente investigación donde se utilizó concentrado peletizado mientras que cuando se suministra concentrado en polvo se incrementa a 1,606 kg. cuyo valor es mucho más alto a los encontrados lo cual nos indica mayor gasto y repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia, todo esto podemos decir que se debe al desperdicio que existe en el consumo al emplear concentrados en polvo

### 3.3.5 Consumo total de alimento en (kg/MS)

La utilización de maralfalfa más balanceado y braquiaria más balanceado permitieron registrar 4,046 y 4,071 kg de forraje en base seca, los cuales difieren significativamente del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento testigo (solo kingras) con el cual se registró un consumo de 1,615 kg, esto puede deberse que el Kingras es un alimento con alto contenido de fibra, este es un alimento voluminoso que hace que consuma en cantidades altas, pero de bajo valor nutritivo.

En una investigación (22), señala que existió un consumo total de alimento 3,17, 3,12 y 3,14 kg por animal cuando se les suministró alfalfa más los balanceados A, B y C en cuyes en las etapas de crecimiento y engorde valores que son inferiores a los encontrados de 4,05 y 4,07 kg. Los consumos determinados son superiores con los registrados (23), quien utilizó una alimentación a base de forraje más un concentrado en el que se incorporaron harina de pepas de zapallo, estableciendo un consumo total de alimento de 3,25 kg de materia seca, mientras tanto los resultados son inferiores a los encontrados en los trabajos de (24-25) quienes utilizaron una alimentación a base de forraje más un concentrado en el que se incorporaron materias primas no tradicionales como la coturnaza y la cuyinaza, mismos que establecieron consumos totales de alimento de 4,22 y 5,50 kg de materia seca.

### 3.3.6 Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia registrada en la presente investigación en los cuyes fue de 2,622 en los cuyes que recibieron únicamente kingras, valores que difieren significativamente ( $P < 0,01$ ), del resto de tratamientos, principalmente de los animales que recibieron maralfalfa más balanceado con los cuales se determinó una conversión de 5,51 estas conversiones fueron eficientes puesto que se observó mayor consumo de alimento para obtener mayor ganancia de peso en los animales.

La conversión alimenticia de los cuyes en la fase de crecimiento y engorde fue de 5,29 (24), valores semejantes a los reportados en la presente investigación, lo que permite manifestar que los cuyes no es una especie que transforma adecuada-

mente los alimentos en ganancia de peso, debido a que posiblemente al consumir forraje, este no tiene muy buena digestibilidad y al ser un monogástrico, este no tiene su organismo bien desarrollado para transformar el alimento en tejido muscular. La conversión alimenticia fue de 5.12 (20), mientras que el efecto de la utilización del ensilaje del pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal en alimentación de cuyes, permitió alcanzar conversiones de 8,44 y 9,13 (17) valores superiores a los registrados en la presente investigación.

### 3.3.7 *Peso a la canal (kg)*

El peso de los cuyes a la canal al utilizar braquiaria mas balanceado fue de 0,673 kg, los cuales difieren significativamente ( $P < 0,01$ ), del resto de tratamientos, principalmente del kingras y kingras mas balanceado puesto que con estos se alcanzaron pesos a la canal de 0,506 y 0,515 kg respectivamente, este comportamiento en el segundo ensayo guarda relación, pudiendo mencionar que definitivamente la utilización de braquiaria mas balanceado permitió obtener mejores resultados experimentales, por lo que se puede mencionar que esta combinación alimenticia fue más eficiente en la alimentación de cuyes para engorde en la amazonia ecuatoriana.

Según (24), cita que el peso a la canal de los cuyes fueron de 0,700 a 0,850 kg/ animal, valores que se encuentran dentro de los encontrados en la presente investigación, por lo que comúnmente se encuentra canales de cuyes entre 0,500 y 0,800 kg. Por otra parte investigaciones realizadas por (25-26-27-28), reportan valores de pesos a la canal que alcanzan los 848 g sin contar con pelo y vísceras y en condiciones normales de alimentación a base de balanceado con ración diaria de alfalfa, así como se interpretan canales con 572,4 a 732,7 g cuando se evaluaron alimentos no tradicionales en la crianza de cuyes, en las investigaciones de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, siendo semejantes a las reportadas en el presente estudio.

### 3.3.8 *Rendimiento a la canal (%)*

El rendimiento a la canal de cuyes al utilizar braquiaria mas balanceado fue de 59,22 %, los cuales difieren significativamente ( $P < 0,01$ ), del resto de tratamientos, principalmente del kingras y kingras mas balanceado con los cuales se alcanzaron rendimientos de 56,97 y 57,235 % respectivamente, siendo eficientes en los elementos esenciales de la braquiaria además de la capacidad de los animales para transformar el alimento en masa muscular.

El rendimiento a la canal de los cuyes en la fase de engorde es de 77,39 y 75,76 % (24), otros investigadores señalan que los cuyes alcanzan un rendimiento a la canal que oscilan entre 68 al 82 % de rendimientos a la canal (7-29-30). Al evaluar el efecto de la utilización de ensilaje del pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal en la alimentación de cuyes (19) obtuvo del 56,7 al 63,02

% de rendimiento a la canal, siendo semejantes a los registrados en la presente investigación, esto quizá se deba al manejo cuidadoso y la bioseguridad que se utilizó en la presente investigación.

### 3.3.9 Mortalidad (%)

En la presente investigación no se registró mortalidad, por lo que se puede mencionar que el manejo sanitario y en general de los animales fue homogéneo, además no existió ninguna particularidad de los pastos que hiciera que provoque la muerte de los cuyes en la región amazónica.

## 3.4 Análisis económico

### 3.4.1 Costo por Kg de ganancia de peso

El análisis económico determinó un costo de 5,03 dólares por kg de peso de los cuyes, correspondiendo al tratamiento maralfalfa mas balanceado, siendo el más alto, el mismo que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del kingras sin balanceado debido a que para este tratamiento no se utilizó balanceado comercial, por lo que no hay costos adicionales que se ve reflejado en la eficiencia del valores económicos, mientras que al utilizar maralfalfa el consumo de balanceado fue muy alto y se reflejó en el mayor costo de producción por kg de alimento.

### 3.4.2 Beneficio / costo

Según el análisis beneficio costo, los tratamientos más rentables son aquellos que registraron beneficios, tales como el T3, T0, T2 y T1 cuyos beneficios costos fueron (1,19, 1,10, 1,07 y 1,03), de la misma manera se guarda relación con el segundo ensayo ordenandos de la siguiente manera el T3, T0, T2 y T1 cuyos resultados fueron (1,20, 1,10, 1,07 y 1,05), de esta manera se puede determinar que la utilización de la *Brachiaria humidicola* mas balanceado permitió tener el mejor beneficio siendo rentable para los criadores de cuyes en la amazonia ecuatoriana.

## 4. Conclusiones

La *Braquiaria humidicola* tiene una altura de 100 cm, con una cobertura aérea de 97 %, y una cobertura basal de 67%, esta especie registra una producción de MS de 6 t/ha/corte de la misma manera el *Pennisetum purpureum* presenta una altura de 180 cm, con cobertura aérea de 93% y una cobertura basal de 67%, la producción de MS es de 30 t/ha/corte por otra parte el *Pennisetum violaceum* presenta una altura de 220cm con una cobertura aérea de 98%, y una cobertura basal de 74,5% la cual produce en MS 60 t/ha/corte.

En cuanto a la composición bromatológica se puede manifestar que el *Pennisetum violaceum* (maralfalfa), y la *Brachiaria humidicola* (Brachiaria) presentan

un contenido de materia seca de 23,97 y 20,16, además 47,25 y 44,04 de digestibilidad invitro.

La *Braquiaria humidicola* más balanceado permitieron registrar los mejores indicadores productivos en cuyes tales como el peso final 1,136 kg, ganancia de peso 0,882 kg, una buena conversión alimenticia 4,619, un alto peso a la canal de 0,673 kg, un buen rendimiento a la canal 59,217%.

El análisis económico determinó que la utilización de la *Brachiaria humidicola* más balanceado, *Pennisetum purpureum*, *Pennisetum violaceum* más balanceado y el *Pennisetum purpureum* más balanceado registraron un beneficio costo de 1,19; 1,12; 1,07 y 1,05 respectivamente.

Por lo tanto se recomienda lo siguiente.

Utilizar el tratamiento conformado por la *Braquiaria humidicola* en base a 100g y 40g de balanceado por día en la alimentación de cuyes en la región amazónica, ya que ello permitió obtener los mejores rendimientos productivos y un buen beneficio costo.

Estudiar el comportamiento biológico de otras especies zootécnicas tales como bovinos, ovinos, caprinos con los pastizales disponibles en la amazonia tales como la *Braquiaria humidicola* que fue más eficiente, para producir proteína animal que es el sustento alimenticio de la población ecuatoriana.

Utilizar adecuadamente los recursos forrajeros que produce nuestra amazonia ecuatoriana como son los pastos para poder realizar futuras investigaciones, con la finalidad de emprender proyectos productivos que permitan un desarrollo socioeconómico satisfactorio de la población de este lugar

## Referencias

1. Unidad Municipal de Desarrollo Sustentable del Chaco (UMDSC) 2010. Municipio del Chaco, provincia del Tena. Unidad de Desarrollo Sustentable.
2. Sales ganasal. 2012 Disponible: <http://salesganasal.com/intro/2011/03/23/importancia-de-los-forrajes-y-los-pastos-parte-I>.
3. Caycedo, V. 1993. Efecto de la frecuencia de suministro de forraje y suplemento concentrado en los rendimientos productivos del cuy *Cavia porcellus* L. Revista Latinoamericana de investigaciones en pequeños herbívoros no rumiantes 60 - 67p.
4. Sarría, JB. 1990. La crianza de cuyes tecnología básica y problema y alternativas de la alimentación de los animales menores Universidad Técnica Nacional Agraria. Departamento de producción Animal Lima, Perú. p.9 –11
5. INAMI 2014. Estación Meteorológica Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH. Riobamba.
6. SAS/STAD 2014. Software State – of – the - art statistical analysis software for making new discoveries: [https://www.sas.com/es\\_mx/software/stat.html](https://www.sas.com/es_mx/software/stat.html).
7. Chauca, L. Investigaciones realizadas en nutrición, selección y mejoramiento de cuyes en el



- Perú. INIPA. 2000.
8. Jcstgo, M. 2013 Kingrass CT-115. Disponible: <http://www.ecured.cu/index.php/King>.
  9. Lara, D. Evaluación económica de la producción de ensilaje de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) en comparación con el ensilaje de Maíz Forrajero (*Zea Mays L.*) en el Cañón de Juchipila. Disponible: [http://www.maralfalfamexicana.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=12:caracteristicas-de-la-maralfalfa](http://www.maralfalfamexicana.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=12:caracteristicas-de-la-maralfalfa) Itemid.
  10. Abarca, J. Evaluación del comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum sp* (maralfalfa) aplicando diferentes niveles de casting Tesis de Grado, Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador, 2011. pp 58, 59, 60, 61, 62.
  11. Grupo de trabajo STDF. 2013. *Pennisetum sp*. (pasto maralfalfa). Disponible [http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha\\_72.pdf](http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_72.pdf)
  12. Tejos, R. Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. 2013 Disponible: [http://www.avpa.ula.ve/eventos/seminario\\_pastos\\_y\\_forrajes/Conferencias/C10-CarlosChacon.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/seminario_pastos_y_forrajes/Conferencias/C10-CarlosChacon.pdf).
  13. Palacios E. Manual de pastos tropicales. Mayobamba San Martín-Perú. 2007 Disponible. <http://www.zoetecnocampo.com/forog/Forum3/HTML/000122.htm>.
  14. Guelvez, L. Composición nutricional del kingras a los 60 días. 2013 Disponible: [http://www.maralfalfamexicana.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=12:caracteristicas-de-la-maralfalfa](http://www.maralfalfamexicana.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=12:caracteristicas-de-la-maralfalfa).
  15. Guelvez, L. Composición nutricional del Kingras a los 60 días. 2014 Disponible. [http://mundo-pecuario.com/tema63/gramneas\\_para\\_animales/king\\_grass\\_60\\_dias-577](http://mundo-pecuario.com/tema63/gramneas_para_animales/king_grass_60_dias-577).
  16. Nufarm Colombia S.A. Nuevas Tecnologías. 2014. Disponible: <http://www.nufarm.com/CO/BrachiariaHumidicola>.
  17. ESPOCH. Laboratorio de Nutrición Animal FCP (2013). Reporte de resultados de materia seca y digestibilidad in-vitro de tres pastos tropicales.
  18. Erazo, C. Utilización de ensilaje de maralfalfa de diferentes edades de corte (30, 45 y 60 días) en la alimentación de cuyes. Tesis de grado. EIZ – FCP – ESPOCH. Riobamba – Ecuador. 2009
  19. Huaraca, M. Efecto de la utilización de ensilaje de pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal en alimentación de cuyes. Tesis de grado 2007 pp. 65-66.
  20. Avalos, C. Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60, y 80%) más alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes. Tesis de grado. EIZ – FCP – ESPOCH 2011. Riobamba.
  21. Faston L. 2002 Disponible: [http://www.fastonline.org/CD3WD\\_40/LSTOCK/002/LSFeed#](http://www.fastonline.org/CD3WD_40/LSTOCK/002/LSFeed#)
  22. Acosta, A. Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes” Tesis de Grado, Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador 2010 pp 44,45,46.
  23. Cabay, L. Utilización de las pepas de zapallo en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento, engorde y gestación, lactancia. Tesis de Grado, Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2000 pp 38-62
  24. Garcés, S. Efecto del uso de la cuyinaza más melaza en el balanceado en la alimentación de cuyes. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2003 pp. 21 – 73.
  25. Chango, M. Evaluación de diferentes niveles de codornaza en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de Grado. Ing. Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2001 pp
  26. Atienza, J. Utilización de diferentes niveles de torta de girasol en la alimentación de cuyes

- en crecimiento-engorde. Tesis de Grado, Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 1990 pp. 34, 45, 56
27. Cayancela, A Efecto de varios niveles de harina de retama en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de Grado, Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador 2001 pp. 45, 47.37.
  28. Ortiz, M Sustitución de balanceado por el bagazo de caña enriquecido en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde. Tesis de grado. Maestría en Producción Animal. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador 2002. pp. 59
  29. Preston. R. Rendimiento a la canal en cuyes mejorados. 2000 Disponible: <http://www.preston.com>.
  30. Zaldivar, M. Investigaciones realizadas en nutrición, selección y mejoramiento de cuyes en el Perú. INIPA. 2000. pp.53-54
  31. Chacón, P y Rodrigo V. Digestibilidad y calidad del Pennisetum purpureum cv. king grass a tres edades de rebrote.2009 Disponible. [http://www.mag.go.cr/rev\\_mes0/v20n2\\_399.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_mes0/v20n2_399.pdf).



# EVALUACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO Y PERACÉTICO EN EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN CANALES PORCINAS

(EVALUATION OF LACTICAL AND PERACETICAL ACID IN THE CONTROL OF MICROBIAL CONTAMINATION IN THE SWINE CARCASSES)

Jesús Ramón López Salazar \*; Ana María Espíndola Ortíz; Galo Enrique Sánchez Valdivieso

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Dirección postal 06-01-4703

\*Correspondencia. Tel.:0987948370, jrlopezkike@yahoo.com.mx  
jelopez@epoch.edu.ec (J.R López)

## RESUMEN

Se evaluó la aplicación del ácido láctico y peracético al 0,5% en carcasas porcinas, frente a un tratamiento control con agua potable, distribuidas bajo un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 17 repeticiones cuyo tamaño de la unidad experimental fue de 1 canal, la disminución microbiana por el efecto de los ácidos orgánicos utilizados en el lavado de las canales presentaron diferencias altamente significativas frente al tratamiento con agua, comprobando la reducción a las 24 horas de aerobios mesófilos en el lomo desde 245,00 UFC/cm<sup>2</sup> a 3,19 y 3,87 UFC/cm<sup>2</sup>, en la pierna decrece a partir de 161,76 UFC/cm<sup>2</sup> hasta 6,24 y 6,12 UFC/cm<sup>2</sup> después del lavado con las soluciones de los ácidos láctico y peracético respectivamente; en el área del lomo los coliformes totales se redujeron a las 48 horas desde 7,65 UFC/cm<sup>2</sup> hasta 1,75 UFC/cm<sup>2</sup>, en la pierna las reducciones fluctúan de 6,18 UFC/cm<sup>2</sup> a 2,07 UFC/cm<sup>2</sup> y 1,62 UFC/cm<sup>2</sup> al aplicar los ácidos mencionados, las soluciones del ácido láctico y peracético no alteraron el color y la terneza, las canales tratadas con ácido láctico presentaron un olor ligeramente acidulado, el objetivo fue evaluar el efecto del ácido láctico y peracético como agentes antimicrobianos.

**Palabras claves:** *Ácido láctico, ácido peracético, desinfectante, carcasas.*

## ABSTRACT

The application of lactic acid and peracetic at 0.5% to porcine carcasses was evaluated, against a control treatment with potable water, distributed under a random design, with 3 treatments and 17 number of repetitions and a unit size of 1 carcasse, the microbial drop due to the effect of the organic acids used in the washing of the carcasses showed high and meaningful differences against the water treatments, proving a mesophilic reduction at the 24 hours on the loin from 245,00 UFC/cm<sup>2</sup> to 3,19 and 3,87 UFC/cm<sup>2</sup>, a decrease on the leg from 161,76 UFC/cm<sup>2</sup> to 6,24 and 6,12 UFC/cm<sup>2</sup> after the washing with the lactic acid and peracetic solutions respectively; on the area of the loin the total coliforms dropped at the 48 hours from 7,65 UFC/cm<sup>2</sup>, to 1,75 UFC/cm<sup>2</sup>, on the leg the decrease fluctuate from 6,18 UFC/cm<sup>2</sup> to 2,07 UFC/cm<sup>2</sup> and

1,62 UFC cm<sup>2</sup> when the mentioned acids were applied, the lactic acid and peracetic solutions did not alter the color and tenderness, the treated channels with lactic acid showed a lightly acid smell, the objective was to evaluate the effect of lactic acid and peracetic as antimicrobial agents.

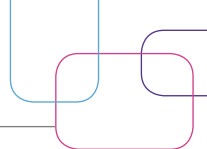
**Key words:** *Lactic acid, peracetic acid, desinfectant, carcasses.*

## 1. Introducción

Para el desarrollo de este estudio se aplicó por aspersión soluciones de ácido láctico y ácido peracético al 0,5% sobre la superficie de las canales porcinas, frente a un tratamiento testigo de lavado con agua luego del escaldado y flameado, por cuanto las carnes frescas suelen contaminarse durante el proceso de faenamiento, logrando los microorganismos patógenos permanecer en la superficie de las canales o penetrar al tejido muscular por medio del contacto de utensilios y superficies contaminadas. Los ácidos orgánicos tales como el ácido acético y láctico están entre los agentes de descontaminación antimicrobiana más ampliamente utilizados sobre la carne a la canal en muchos países tales como Estados Unidos y Canadá, etc. (1).

La carne constituye un excelente medio para el desarrollo de una gran variedad de especies microbianas que causan su deterioro,(2) afectando al producto final y posteriormente a los consumidores (3), debido a esto la industria cárnica mantiene estándares tanto de control de calidad, conservación y sanitización, sin embargo la contaminación por manejo inapropiado y la flora banal de la carne (4) requieren controlar estos riesgos aplicando técnicas de desinfección por aspersión de ácidos orgánicos permitidos, es el caso del ácido láctico, apto para desinfección sin que cause alteraciones al color, olor o sabor a la carne fresca en canal y es permitido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (5), en porcentajes de 0,5 a 2% en solución consiguiendo una reducción de pH externo, disminuyendo la población de microorganismo dentro de los parámetros establecidos. A pesar de la alta tecnificación en los países desarrollados, aún se investigan nuevas tecnologías para incrementar la obtención de canales de buena calidad sanitaria. (6)

En el presente trabajo se planteó como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano del ácido láctico y ácido peracético en concentraciones de 0.5% para controlar la contaminación bacteriana en las canales porcinas y contribuir con la seguridad alimentaria y la reducción de las enfermedades originadas por alimentos (7), la inocuidad de los alimentos es reconocida universalmente como una prioridad de la salud pública que requiere un planteamiento integral y sistémico desde la producción primaria hasta el consumo, es decir “desde el campo a la mesa”. La mayor parte de los alimentos en estado fresco, posee una vida útil limitada. Esta limitación es debida ante todo al crecimiento de microorganismos que se produce de manera natural en los alimentos, y que da lugar a su deterioro progresivo. (8).



En las carnes crudas los problemas microbiológicos se logran controlar con la aplicación de ácidos orgánicos como el ácido láctico y el ácido peracético en concentraciones del 0.5%, ya que estos producen una drástica reducción de la supervivencia de los microorganismos, por la rápida bajada del pH externo, aunque su presencia en la mayoría de los alimentos es inaceptable. Los ácidos orgánicos señalados, son más efectivos que los inorgánicos en la acidificación del medio intracelular; se supone que esto ocurre porque es más fácil su difusión a través de la membrana celular en su forma no disociada (lipofílica) y posteriormente se disocian en el interior de la célula inhibiendo el transporte celular y la actividad enzimática (9, 10,11).

Esta investigación estuvo orientada a la búsqueda de sistemas naturales que permitan reducir en gran porcentaje la contaminación producida en el proceso de faenamiento e incrementar el tiempo de almacenamiento en refrigeración, por cuanto la limpieza del ganado en el momento del sacrificio depende de una serie de factores que varían con la ubicación de la explotación, el método de transporte y las condiciones de estabulación en el matadero, como también las labores que se realizan durante el faenamiento sea a través de escaldado o flameado.

La carne se contamina por contacto con el pelo, piel, patas, contenido estomacal y entérico, así como las manos y ropas de los operarios, agua utilizada para el lavado de la canal y del equipo e, incluso el aire de las zonas de procesado y de almacenamiento. La contaminación puede darse casi en todas las operaciones del sacrificio, despiece, procesado, almacenamiento y distribución de la carne; la intensidad con que ocurre la contaminación refleja las normas de higiene y limpieza observadas en el matadero y en la planta de procesado.

La composición de esta microflora es un reflejo de las distintas fuentes contaminantes y de la eficacia de las medidas higiénicas que persiguen evitar la difusión microbiana, lo que garantizará el consumo de este producto. (12, 13, 14)

## **2. Materiales y Métodos**

En el área de faenamiento de la Empresa “Don Diego de recolectaron las muestras para los análisis microbiológico de la carne y la piel de cerdo, tomándose muestras en cada uno de los puntos del proceso , así como de los equipos utilizados por el personal, posteriormente en estas canales se evaluaron el efecto de dos tipos de desinfectantes (ácido peracético y ácido láctico en concentraciones de 0.5 %), para controlar la contaminación bacteriana presentes en las canales porcinas que se faenan en esta planta industrial, las primeras muestras del pecho se tomaron antes del escaldado, flameado y eviscerado, y las siguientes muestras se recolectaron del pecho, lomo y pierna del lavado y flameado.

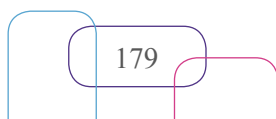




Fig. 1. Toma de muestras de la superficie de las canales de cerdo para análisis en el laboratorio.

Fuente: López, J. Espíndola, A. Sánchez, G. (2017).

## 2.1 Unidades Experimentales

Para disminuir la presencia de *aerobios mesófilos* y *coliformes* totales se utilizaron soluciones de ácido peracético y ácido láctico al 0,5 %, de concentración y se muestrearon 51 canales, distribuidas en tres tratamientos experimentales con 8 repeticiones en la primera réplica y 9 repeticiones en la segunda, siendo el tamaño de la unidad experimental una canal porcina.

## 2.2 Tratamiento y Diseño Experimental

Se evaluó el efecto del ácido peracético y ácido láctico en concentraciones de 0,5 %, para controlar la contaminación bacteriana presentes en las canales porcinas faenadas en la Planta de Alimentos Don Diego, frente a un tratamiento control, en cuyas canales se aplicó un lavado con agua potable, aplicando tres tratamientos experimentales con ocho repeticiones por tratamiento en la primera réplica y nueve repeticiones en la segunda réplica. Los resultados de las unidades experimentales fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones

## 2.3 Análisis Estadístico

Los resultados experimentales fueron analizados considerándose una distribución completamente al azar (DCA), utilizando el Software SAS/STAD (15) y sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Para la etapa de diagnóstico se emplearon las estadísticas descriptivas como las medias y sus desviaciones estándar.

- La prueba de t' Studen para comparar la evolución del desarrollo de microorganismos entre las 24 y 48 horas de realizados los procesos antes y después del faenamamiento, considerándose datos no pareados.
- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA), para establecer el efecto de los diferentes desinfectantes empleados.
- Pruebas no paramétricas de Rating test (16) para la evaluación de las variables organolépticas

## 2.4 Procedimiento experimental

En la Planta de Alimentos Don Diego se faena un día a la semana, la toma de muestras para los análisis microbiológicos se realizó durante ese día, en los análisis microbiológicos del agua se recolectaron muestras utilizando recipientes estériles de 150 ml. y para la toma de muestras de las superficies se realizaron mediante la técnica del hisopado que consiste en empapar un hisopo estéril en agua de peptona y realizar el barrido de la superficie escogida en un área de 20 cm<sup>2</sup>.

El ácido peracético y ácido láctico en concentraciones de 0.5 %, se aplicaron durante el lavado final de las canales, usando una bomba de mochila, rociando completamente la canal. De las tres zonas anatómicas de las canales porcinas: pecho, lomo y pierna, se tomaron as muestras de forma aséptica en fundas plásticas estériles debidamente identificadas. Todas estas muestras fueron transportadas al laboratorio para proceder a realizar los análisis microbiológicos respectivos.

Luego de esta dilución se toma 1 ml y se la siembra en la placa petrifilms para aerobios mesofilos totales y coliformes totales. Se inoculó a los microorganismos según la Norma AOAC (17) método oficial 991,14 (*Aerobios mesófilos* 24 horas) ± 2 h a 35 °C (grados Celsius) ± 1 °C. *Coliformes*: 24 h ± 2 h a 35 °C ± 1 °C colonias rojas. *E. coli*: 48 h ± 2 h a 35 °C ± 1 °C colonias azules).

## 3. Resultados y discusión

Al evaluar la calidad microbiológica de las muestras tomadas del área anatómica del pecho de las canales de los cerdos faenados y analizadas a las 24 y 48 horas posteriores, se encontró las respuestas que se reportan en la tabla 1.

Zona Anatómica	Tratamientos	Aerobios mesófilos, UFC/ cm <sup>2</sup>						Coliformes totales, UFC/ cm <sup>2</sup>					
		A las 24 horas			A las 48 horas			A las 24 horas			A las 48 horas		
		Media	D.Est.	Tcal	Media	D.Est.	Tcal	Media	D.Est.	Tcal	Media	D.Est.	Tcal
Pecho	Agua	48,46 ± 26,95	a	70,21 ± 49,04	a		6,64 ± 6,15	a	3,90 ± 4,36	a			
	Ácido láctico	26,86 ± 44,13	a	34,86 ± 49,56	a		9,00 ± 11,12	a	4,33 ± 4,33	a			
	Ácido peracético	51,36 ± 69,72	a	58,50 ± 71,20	a		3,69 ± 4,05	a	2,33 ± 1,94	a			
	Promedio	42,07 ± 50,35		54,42 ± 58,05		-3,985	6,32 ± 7,52		3,54 ± 3,71		3,744		
	Prob.	0,3870		0,260		0,0001	0,2270		0,4990		0,0010		

Pecho														
Antes del proceso de:														
Escaldado	Agua	228,25	± 114,56	a	254,42	± 105,57	a	-3,086	9,38	± 6,49	3,91	± 3,48	a	5,069
Flameado	Ácido láctico	46,36	± 32,10	bc	83,86	± 41,75	c	-6,104	4,75	± 4,94	2,25	± 2,05	bc	3,391
Eviscerado	Ácido peracético	71,46	± 46,02	b	75,50	± 50,09	b	-2,966	7,62	± 4,13	4,75	± 3,22	b	6,461
	Promedio	42,07	± 50,55		54,52	± 58,05		-3,985	6,32	± 7,52	3,54	± 3,71		3,744
	Prob.	0,3870			0,2660			0,0001	0,2270		0,4990			0,0010
	Agua	245,00	± 104,51	a	271,18	± 104,57	a		12,71	± 5,31	a	± 7,65	a	± 3,06
Lomo	Ácido láctico	3,19	± 1,91	b	4,71	± 1,96	b		2,63	± 1,36	b	± 1,75	± 0,87	b
	Ácido peracético	3,87	± 2,13	b	7,53	± 4,05	b		3,47	± 1,51	b	± 1,92	± 0,95	b
	Promedio	89,04	± 131,69		94,47	± 139,40		-6,171	6,46	± 5,73	4,19	± 3,53		± 5,342
	Prob.	0,0001			0,0001			0,0001	0,0001		0,0001			0,0001
	Agua	161,76	± 141,32	a	199,59	± 120,27	a		9,29	± 4,38	a	± 6,18	± 3,17	a
Pierna	Ácido láctico	6,24	± 2,75	b	8,71	± 2,62	b		3,13	± 1,67	b	± 2,07	± 1,07	b
	Ácido peracético	6,12	± 1,73	b	9,41	± 3,00	b		3,35	± 1,58	b	± 1,62	± 0,77	b
	Promedio	58,04	± 109,00		72,57	± 113,41		-4,27	5,30	± 4,04	3,52	± 2,97		± 5,205
	Prob.	0,0001			0,0001			0,0001	0,0001		0,0001			0,0001
<b>D.Est.: Desviación estándar</b>														
<b>Tcal : Valor de T calculado según la prueba de t'Student</b>														
<b>Prob. &gt; 0,05 No existen diferencias estadísticas</b>														
<b>Prob. &lt; 0,05 Existen diferencias significativas</b>														

Tabla 1. Conteo microbiológico de aerobios mesófilos y coliformes totales de canales porcinas desinfectadas con ácido láctico y ácido peracético expresado en (log<sub>10</sub>) UFC/cm<sup>2</sup>

La presencia de *aerobios* en las muestras del pecho de las canales de cerdo después del escaldado y depilado registraron a las 24 horas después del faenamamiento una carga microbiológica de 48,46 UFC/cm<sup>2</sup>.(Unidades Formadoras de Colonias), incrementándose a 70,21 UFC/cm<sup>2</sup> a las 48 horas cuando fueron lavadas con agua potable, mientras que al aplicar soluciones de ácido láctico, las cargas microbianas son menores a las 24 horas 26,86 UFC/cm<sup>2</sup> y 34,86 UFC/cm<sup>2</sup> a las 48 horas, como se observa en la “Fig.(2)”. Este incremento es altamente significativo por efecto del tiempo de evaluación y el empleo de agua para lavado de las canales y ácidos orgánicos, cantidades similares han sido reportadas (18), en el cual se señala que la presencia de bacterias aerobias entre 100 y 1000 UFC/cm<sup>2</sup>., se consideran de buena calidad, notándose que las respuestas encontradas se encuentran por debajo del rango indicado; sin embargo, revelan que existe una contaminación de la canal durante esta etapa del proceso, comportamiento que se evidencia al utilizar ácido peracético de 51,36 UFC/cm<sup>2</sup> a 71,20 UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 y 48 horas respectivamente. La reducción de aerobios en carne de cerdo pueden ser menores a las de esta investigación, al combinar el uso del ácido láctico, el envasado aeróbico y el almacenamiento a 0°C, permiten reducciones hasta 3 UFC/cm<sup>2</sup> (19)



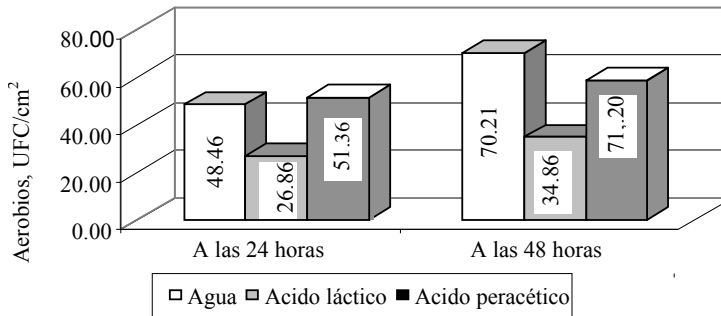


Fig 1. Presencia de aerobios en la zona del pecho (UFC/cm<sup>2</sup>) a las 24 y 48 horas después del lavado con agua y la aplicación de ácido láctico y peracético en canales porcinas.

Fuente: López, J. Espíndola, A. Sánchez, G. (2018).

La presencia de *coliformes* en las muestras del área del pecho tomadas después del escaldado y depilado, analizadas a las 24 horas, registraron cantidades de 9,00 UFC/ cm<sup>2</sup>, que se redujeron a las 48 horas a 4,33 UFC/ cm<sup>2</sup> al utilizar ácido láctico, los resultados arrojan valores de 3,69 y 2,33 UFC/ cm<sup>2</sup> cuando se aplica ácido peracético, valores que se encuentran por debajo de los índices referenciales señalados en la Norma INEN 2346, la misma indica que la carne apta para el consumo humano debe contener un máximo de *coliformes* de  $1.0 \times 10^1$  UFC/g, (20) por lo que en el mismo sentido, se puede señalar que en base a la presencia de *coliformes* en el área del pecho de las canales son consideradas de calidad excelente, por cuanto en este sitio de referencia, se considera a las carnes como excelentes cuando la presencia de *coliformes* es menor a 10 UFC/cm<sup>2</sup>, debiendo indicarse además que la reducción de la cantidad a las 48 horas puede deberse a que las muestras son mantenidas en refrigeración, lo que detiene e impide el desarrollo de las bacterias *coliformes*.

En las muestras del pecho de las canales antes del flameado la presencia de *aerobios mesofilos* fueron mayores comparadas con el escaldado y eviscerado, por cuanto la presencia de *aerobios* a las 24 horas fueron de 228,25 UFC/cm<sup>2</sup> al lavar con agua las canales, mientras que con el ácido láctico hubo una severa disminución hasta 46,36UFC/cm<sup>2</sup>., y a las 48 horas de 83,83UFC/cm<sup>2</sup>. Los *coliformes* a las 24 horas preexistieron de 4,75 UFC/cm<sup>2</sup> hasta 2.25UFC/cm<sup>2</sup>. a las 48 horas , presentando diferencias estadísticas entre las cantidades a 24 y 48 horas, por otra parte , los *coliformes* se redujeron acorde se incrementó el tiempo transcurrido hasta su evaluación, concordando a lo que señala Cattana, (21), indica que la mayoría de los microorganismos que producen la alteración de los alimentos, pueden crecer entre los 5 °C y los 45 °C a una velocidad considerable; fuera de este rango su crecimiento es más lento y su fortaleza reproductora disminuye; a temperaturas superiores a los 65 °C comienzan a alterarse y al llegar a los 100 °C mueren si el calor actúa por un tiempo suficiente, las cargas microbiológicas



determinadas permiten establecer que las canales de los cerdos faenados a pesar de que se cumplen con las exigencias de la Norma INEN (20), y características señaladas por otros autores (18), demuestran que es necesario realizar el lavado permanente de los equipos, materiales y utensilios, para proteger los alimentos de la contaminación cruzada (22), es decir, que la contaminación final es la que se produce cuando un proceso o producto y/o materia prima, pueden ser contaminantes de otros procesos.

Las cargas microbiológicas establecidas después del eviscerado, son superiores después del flameado, por cuanto la operación de evisceración no es más que el retiro de las vísceras del cuerpo del animal a través de procesos manuales, para lo cual el operario debe tener un cuidado especial para no romper ninguna víscera, ya que la rotura de estas puede dar lugar a una alta contaminación de la canal; por consiguiente la carga microbiológica de aerobios fue de 71,46UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 horas, que se incrementó significativamente a las 48 horas a 75,50UFC/cm<sup>2</sup>; mientras que los *coliformes* descienden 7,62UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 horas, hasta 4,75UFC/cm<sup>2</sup>. a las 48 horas de evaluación, con diferencias significativas y altamente significativas (mutuamente en cada grupo) por efecto del tiempo de evaluación después del faenamamiento, para evitar la contaminación microbiana se debe tener en cuenta lo señalado por el Código Alimentario Argentino (23), indicando que la forma adecuada de realizar la evisceración es mediante una incisión en la parte media del abdomen, el cuchillo se debe introducir de abajo hacia arriba, una vez abierto el abdomen, se procede a separar los intestinos con el puño y colocarlos en los recipientes de transporte hacia el área de lavado de vísceras; el recto y el esófago deben ser ligados a fin de evitar contaminaciones. Los cuchillos y demás materiales empleados en esta operación (24) deben limpiarse y desinfectarse entre el procesado de dos animales, procediéndose a la higienización de los mismos con agua entre 80° a 84°C, y establece como aceptables <102UFC/cm<sup>2</sup> de *coliformes fecales* por canal el recuento microbiológico. Para la evaluación de la acción antimicrobiana del ácido láctico y ácido peracético en el lavado de las canales de cerdos se consideraron las piezas representativas de estas como son: el pecho, el lomo y la pierna, obteniéndose los resultados que se reportan en la Tabla 1.

La presencia de aerobios a las 24 horas en el pecho de las canales de cerdos no presentaron diferencias estadísticas por efecto de los diferentes desinfectantes naturales empleados en el lavado de las canales, aunque numéricamente se observó un mejor efecto del ácido láctico con el cual se registró una presencia de 26,86UFC/cm<sup>2</sup>., a diferencia del empleo del ácido peracético cuyo efecto fue negativo, es decir se registró una mayor carga bacteriana de *aerobios* de 51,36UFC/cm<sup>2</sup>., que supera incluso a las canales lavadas únicamente con agua limpia y que fueron de 48,46 UFC/cm<sup>2</sup>; registrándose el mismo comportamiento en la evaluación a las 48 horas posteriores del faenamamiento, pero con un incremento en sus valores que fueron de 70,21UFC/cm<sup>2</sup> al utilizar gua, 34,86UFC/cm<sup>2</sup> y 58.50UFC/21UFC/cm<sup>2</sup> en los pechos de las canales que se lavaron con

las disoluciones de ácido láctico, ácido peracético respectivamente, por lo que al realizarse la comparación entre las respuestas obtenidas entre las 24 y 48 horas (42.07 frente a 54,52UFC/21UFC/cm<sup>2</sup>., en su orden), existe un efecto altamente significativo, que denota que las bacterias aerobias se incrementan cuantiosamente acorde se acrecienta el tiempo de almacenamiento (25).

La presencia de coliformes en el área del pecho después del escaldado y depilado a las 24 horas se determinó valores de 3,69UFC/21UFC/cm<sup>2</sup> al aplicar ácido peracético, a diferencia del ácido láctico que fue de 9,00UFC/cm<sup>2</sup>, que supera la contaminación registrada por empleo del lavado solamente con agua de 6,64 UFC/21UFC/cm<sup>2</sup>.; con la diferencia de que a las 48 horas en todos los casos las cantidades se redujeron, pues se establecieron 2,33UFC/cm<sup>2</sup>, 4,33UFC/cm<sup>2</sup> y 3,90UFC/cm<sup>2</sup> /g, en el mismo orden (agua, ácido láctico y ácido peracético), Al evaluar las cantidades encontradas en el área del pecho por efecto de los tiempos de almacenamiento las cargas microbianas fueron altamente significativas con valores de 6,32UFC/cm<sup>2</sup> frente a 3,54UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 y 48 horas, respectivamente, por lo que se puede considerar comparando entre las respuestas de los *aerobios* y *coliformes*, su desarrollo presentan un comportamiento inverso, (26) es decir, que mientras transcurre el tiempo de almacenamiento la presencia de aerobios se incrementa en cambio que la cantidad de *coliformes* se reduce, lo que puede deberse a que la temperatura de almacenamiento en refrigeración no le afecta a los primeros pero si a los segundos, por cuanto Gallegos, (27), señala que los *coliformes* presentan un crecimiento óptimo están entre 20°C y 40°C, pero son bastantes sensibles a casi todos los desinfectantes, lo que se demuestra con los resultados obtenidos.

El control de la contaminación microbiana en el lomo de las canales de cerdos, determinó que los ácidos láctico y peracético presentaron respuestas favorables, “Fig.(2)”. logrando reducir el desarrollo de las bacterias *aerobias*, pues se registraron a las 24 horas cantidades de 3,19 UFC/cm<sup>2</sup> y 3,87 UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, valores que presentan diferencias altamente significativas con respecto a la carga microbiana registradas en los lomos de las canales del grupo control, las mismas que al ser lavadas con agua potable presentaron 245,00 UFC/cm<sup>2</sup>, demostrando que en estas zonas anatómicas de la canal el ácidos láctico y peracético, tienen una excelente acción antibacterial, cuyo efecto sobrepasa las 48 horas, ya que las cargas microbianas a pesar de incrementarse mantienen sus comportamientos, es decir, que las respuestas observadas en este período fueron de 4,71UFC/cm<sup>2</sup> y 7,53 UFC/cm<sup>2</sup>, frente a 271,18 UFC/cm<sup>2</sup>, en el orden que se citaron los tratamientos experimentales, adicionalmente se encontró que existe influencia estadística por efecto del tiempo de almacenamiento que determina que la cantidad de aerobios se incremente cuando mayor es el tiempo de almacenamiento, ya que los promedios obtenidos fueron de 89,04 UFC/cm<sup>2</sup> y 94.47 UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 y 48 horas, en su orden; sin embargo, las respuestas obtenidas por efecto de los ácidos orgánicos empleadas concuerda con lo señalado por Ojeda, (28), quien sostiene que los ácido orgánicos tienen una elevada acción

antibacterial, sin que su empleo altere el olor, textura y sabor de la carne.

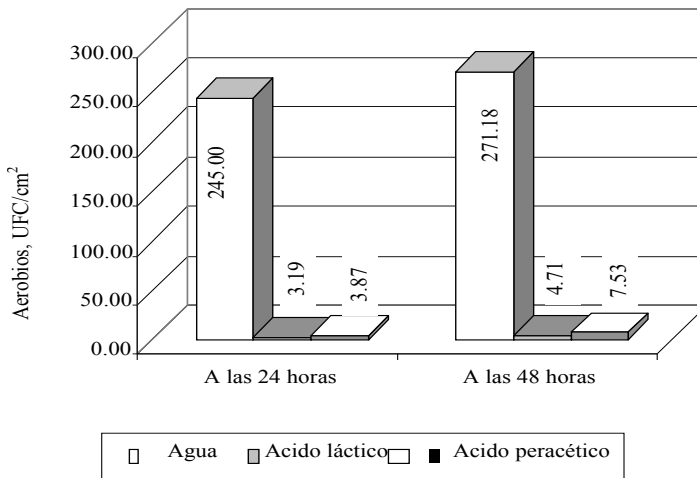


Fig 2. Presencia de aerobios en la zona del lomo (UFC/cm<sup>2</sup>) a las 24 y 48 horas después del lavado con agua y la aplicación de ácido láctico y peracético en canales porcinas.

Fuente: López, J. Espíndola, A. Sánchez, G. (2018).

El efecto antibacteriano que poseen los ácidos láctico y peracético lo demuestra los resultados obtenidos, por cuanto en las muestras de los lomos después del escaldado y depilado que fueron lavados con las soluciones elaboradas con estos productos presentaron a las 24 horas *coliformes* en cantidades de 2,63 UFC/cm<sup>2</sup> y 3,47 UFC/cm<sup>2</sup>, que son diferentes estadísticamente respecto a los valores determinados en las canales que se lavaron solamente con agua y que ostentaron 12,71 UFC/cm<sup>2</sup>, presentándose en menor cantidad en su evaluación a las 48 horas subsiguientes, manteniendo el mismo comportamiento, es decir, los lomos registraron cantidades de 7,65 UFC/cm<sup>2</sup> cuando se lavaron únicamente con agua, descendiendo a 1,75 UFC/cm<sup>2</sup> y 1,92 UFC/cm<sup>2</sup>, cuando se emplearon los ácidos láctico y peracético individualmente, ratificándose lo señalado por Ojeda, (28), en que los ácidos orgánicos poseen una acción bactericida que permite ejercer un control efectivo de la actividad microbiana; por otra parte, al considerar el efecto tiempo de evaluación, de igual manera se determinó que existen diferencias altamente significativas entre las cantidades encontradas a las 24 horas con respecto a las 48 horas, notándose una considerable reducción, por cuanto los valores determinados fueron de 6,46 UFC/cm<sup>2</sup> y 4,19 UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, lo que denota que los ácidos empleados tienen una acción antibacteriana prolongada al cambiar el pH de las superficies de la carne, pero también se debe considerar las temperaturas de refrigeración, la misma que pudo haber inhibido el desarrollo de estas bacterias, por cuanto Cattana, (21), señala que los productos sometidos a bajas temperaturas, el desarrollo de los microorganismos se dificulta y por debajo de 4 °C los microorganismos dejan de multiplicarse pero no mueren, por lo que

recomienda que la temperatura a la que debería mantenerse un alimento para evitar el crecimiento microbiano es menor a los 5 °C.

Reynols (18) señala que la presencia de bacterias *aerobias* en la carne entre 100 y 1000 UFC/g, se consideran de buena calidad, así como la Norma INEN (16), que indica que la carne apta para el consumo humano debe contener un máximo de coliformes de  $1.0 \times 10^2$  UFC/g, se considera que las canales de cerdos que se procesan en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, son de muy buena calidad higiénica, si bien hace suponer que existe una contaminación cruzada a través de las manos del manipulador, utensilios y equipos alimentarios, principalmente, lo que se puede corregir con la aplicación de las buenas prácticas de manufactura.

La presencia de *aerobios* y *coliformes* se reducen considerablemente, estableciéndose diferencias altamente significativas entre sus respuestas, ya que cuando se lavaron únicamente con agua la presencia de *aerobios* a las 24 horas fue de 161,76 UFC/cm<sup>2</sup>, mientras que al utilizar los ácidos se redujeron a 6,24 UFC/cm<sup>2</sup> y 6,12 UFC/cm<sup>2</sup>, de similar manera en la evaluación a las 48 horas posteriores, por cuanto de 199,59 UFC/cm<sup>2</sup> (del tratamiento control, agua), se redujeron a 8,71 y 9,42 UFC/cm<sup>2</sup>, con el empleo de los ácidos láctico y peracético respectivamente, notándose además que existe influencia estadística por efecto del tiempo de almacenamiento, ya que de 58,04 UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 horas se incrementó a 72,57 UFC/cm<sup>2</sup> que puede deberse a que los microorganismos *aerobios* soportan la temperatura de refrigeración, ya que según Cattana, (21), el crecimiento de estos organismos cuando la carne es conservada a temperaturas ceras a los 5°C, su crecimiento es más lento y su potencia reproductora se ve disminuida, pero notándose claramente que el efecto de los ácidos orgánicos justifican plenamente su utilización por sus efectos antibacterianos que contienen, ya que al cambiar la acidez de las superficies de las canales, reducen notoriamente las cargas bacterianas.

En la presencia de los *coliformes* de la zona de la pierna como se muestra en la “Fig.(3)”. después del escaldado y depilado registró un efecto similar por acción de los ácidos orgánicos empleados, ya que a las 24 horas las canales lavadas con agua presentaron 9,29UFC/cm<sup>2</sup>, en cambio que al emplearse los ácidos láctico y peracético, las cantidades disminuyeron a 3,13y 3,35 UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, presentando diferencias altamente significativas, conservando este comportamiento a las 48 horas, pues de 6,18UFC/cm<sup>2</sup> del grupo control se redujeron a 2,07 y 1,62 UFC/cm<sup>2</sup>, en el mismo orden, se observó que los tiempos de almacenamiento en refrigeración afectaron significativamente la presencia de *coliformes*, por cuanto de 5,30 UFC/cm<sup>2</sup> a las 24 horas, presentaron 3,52 UFC/cm<sup>2</sup> a las 48 horas, corroborando que la temperatura de refrigeración detuvo el desarrollo microbiano, confirmado la acción ácida de los productos orgánicos empleados, (28, 26) y, sostienen que los ácido orgánicos tienen una elevada acción antibacterial, que impide el desarrollo de las bacterias, la misma que de acuerdo a los

resultados encontrados, se considera apta para el consumo humano así como para ser utilizada en la industrialización, por cuanto se enmarca dentro de los valores referencias de la calidad microbiológica, (26) y la Norma INEN (20).

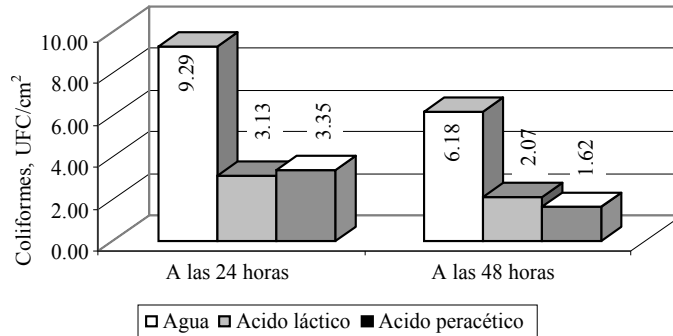


Fig 3. Presencia de aerobios en la zona del lomo (UFC/cm<sup>2</sup>) a las 24 y 48 horas después del lavado con agua y la aplicación de ácido láctico y peracético en canales porcinas.

Fuente: López, J. Espíndola, A. Sánchez, G. (2018).

La evaluación organoléptica de las canales lavadas con soluciones de ácido láctico y ácido peracético al 0,5%, cuyos resultados que se reportan en la tabla 1, tanto en la apariencia y el color de las canales demostraron que no existieron influencia estadística por efecto de la aplicación de ácido láctico y ácido peracético durante su lavado, por cuanto, todas recibieron la misma calificación (10 sobre 10 de referencia), ratificándose lo señalado por Ojeda,(28) y (25), quienes manifiestan que estos ácidos orgánicos a más de acción antibacterial, no alteran la apariencia, olor, color, y sabor de la carne.

El uso de ácido láctico como desinfectantes de la carne en canal (28) disminuyen de la población microbiana de 0,33 log UFC/cm<sup>2</sup> para *aerobios mesófilos*, 1,12 log UFC/cm<sup>2</sup> en *coliformes totales* y 1,89 log UFC/cm<sup>2</sup> en *coliformes fecales*, los microorganismos *aerobios* se redujeron a valores de 831,73UFC/cm<sup>2</sup> aplicando ácido láctico por un tiempo de 15 minutos, los *coliformes totales* se reducen a 10,23UFC/cm<sup>2</sup> a los 45 minutos de la aplicación del ácido láctico, los *coliformes fecales* descienden a valores de 6,92 UFC/cm<sup>2</sup>. Durante el deterioro aeróbico los malos olores son descubiertos cuando la cantidad consigue 10<sup>8</sup> UFC/cm<sup>2</sup> (29)

Respecto al olor, que se debe a la presencia de compuestos volátiles, producidos principalmente por efecto de los ácidos orgánicos, se estableció que al emplear el ácido láctico le transfirió un olor ligeramente acidulado por lo que los evaluadores le asignaron una puntuación de 7.75 sobre 10 puntos de referencia, valor que difiere estadísticamente con las calificaciones asignadas a las canales lavadas con agua y con el empleo de ácido peracético que alcanzaron puntuaciones de 9,50 y

9,75, respectivamente, notándose por tanto que el ácido peracético es inoloro y no incorpora sustancias que alteran el olor de la carne a diferencia del ácido láctico, lo que se contrapone a lo que reportan (29, y 16), es los ácidos orgánicos no alteran el olor de la carne, aunque los mismos sostienen que los resultados dependerán de la concentración de ácido láctico aplicada sobre la carne y el tiempo de contacto.

La característica de terniza de la carne presentó pequeñas variaciones numéricas por efecto de la aplicación de los ácidos orgánicos durante el lavado de las canales, por cuanto los catadores les asignaron valores superiores a aquellas que se lavaron con los ácidos láctico y peracético (9,00 y 9,25 puntos), en cambio que a las que se lavaron únicamente con agua recibió una puntuación de 8,50 sobre 10 de referencia, lo que permite indicar que la incorporación de los ácidos orgánicos presentan una capacidad de retención de la humedad y retardan la degradación oxidativa de los lípidos, lo que le proporciona la terniza característica, aunque estadísticamente no puede sostenerse esta afirmación, por cuanto los valores medios no presentaron diferencias significativas.

En las puntuaciones totales, se estableció que las diferencias entre las medias fueron significativas ( $F < F_{tab}$ ), por cuanto las puntuaciones alcanzadas fueron de 37,00 puntos sobre 40 de referencia cuando se empleó el ácido láctico, 38,00 puntos las canales lavadas solamente con agua y la mejor respuesta con la utilización del ácido peracético cuyas canales alcanzaron 38,75 puntos, por lo que las calificaciones asignadas de acuerdo a la escala de Witting, (16), les corresponde a las canales lavadas con agua y peracético una valoración de Excelentes y a las lavadas con ácido láctico una calificación de Muy buena, por lo que se denota que el ácido peracético presenta respuestas superiores al ácido láctico, aunque ambos demostraron una muy buena acción antibacterial.

Los resultados microbiológicos de este trabajo de investigación, están en relación a lo establecido en la norma NTE INEN 2346:2006 que emite valores de  $2,4 \times 10^3$  UFC/cm<sup>2</sup> (31) o en efecto log 3,38, son similares al estudio desarrollado por Suquingua, (32), cantidades semejantes a las contabilizadas de coliformes totales en el presente estudio con la utilización de ácido acético al 2% con un tiempo de acción de 30 minutos, y demuestran que los ácidos orgánicos débiles producen un efecto antimicrobiano en el desarrollo de *Enterobacterias*, *Aerobios mesófilos*, *Coliformes totales* y *Coliformes fecales* (33).

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

La calidad higiénica del ambiente y del agua que se emplea en el área de faenamiento de la planta de alimentos “DonDiego”, se consideran excelentes por cuanto se determinó ausencia de *coliformes*, registrándose la presencia de aerobios únicamente en el ambiente (4,83UFC/20cm<sup>2</sup>) y en el agua que se emplea en el lavado de las canales (1,0±0,58UFC/cm<sup>2</sup>), pero en cantidades por debajo de los límites permisibles.



Durante el faenamiento, el mayor grado de contaminación por *aerobios* se registró después del escaldado y depilado, reduciéndose durante el flameado e incrementándose ligeramente en el eviscerado (228,25- 46,36 y 71.46UFC/cm<sup>2</sup> , respectivamente), por otro lado a las 48 horas de evaluación se registró el mismo comportamiento pero en cantidades inferiores (9,38- 4,75 y 7,62UFC/cm<sup>2</sup>, al utilizar agua, ácido láctico y ácido peracético, con la diferencia que a las 48 horas, las cargas microbianas se redujeron a 3,91 – 2,25 y 4,75UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

La disminución de la carga microbiológica por la acción antimicrobiana del ácido láctico y el ácido peracético en el lavado de las canales presentó influencia altamente significativas, determinándose que la presencia de *aerobios* se redujo en aproximadamente en el 98.37 % en el lomo y el 96.29 % en la pierna, pues los valores encontrados en el lomo fueron de 245,00 UFC/cm<sup>2</sup> frente a 3.19 y 3,87UFC/cm<sup>2</sup> y en la pierna de 161,76U a 6,24 UFC/cm<sup>2</sup> y 6,12 UFC/cm<sup>2</sup>, al lavarse las canales con agua y los ácidos lácticos y peracético, según el orden establecido de los tratamientos; de similar manera el control de la multiplicación de *coliformes* se redujo en el 78,76 % en el lomo y 67,71 % en la pierna, las reducciones se dieron desde 12,71UFC/cm<sup>2</sup> a 2,63 y 3,47UFC/cm<sup>2</sup>, en el lomo y de 9,29 a 3,13 y 3,15UFC/cm<sup>2</sup> en la pierna, respectivamente; sin embargo se consideran aptas para el consumo humano por cuanto estos valores están dentro de los límites permisibles.

Utilizar para el lavado de las canales la solución de agua más 0,5 % de ácido peracético, como inhibidor, para disminuir la carga bacteriana presente en las canales porcinas, sin alterar las características organolépticas de la carne.

## Agradecimientos

A la empresa de Embutidos “DON DIEGO LTDA , por facilitar la toma de muestras de las canales porcinas, y los análisis microbiológicos realizados en el laboratorio de control de calidad.

## Referencias

1. Harris , D., Brashears, M. M. ,Garmyn , A. J., Brooks, J. C., & Miller , M. F. (2012) . Microbiological and organoleptic characteristics of beef trim and ground beef treated with acetic acid, lactic acid, acidified sodium chlorite, or sterile water in a simulated commercial processing environment to reduce Escherichia coli O157:H7 and Salmonella. Meat Science , 90 , 783 – 788
2. Organización Panamericana de la Salud- Organización Mundial de la Salud. Sistema de Información para la Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos. 2002
3. United States Department of Agriculture (USDA). National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. Report on Generic HACCP for Raw Beef. Food Microbiol. 1994;10:449-488.



4. Groth, Edgard. Garantía de la calidad y inocuidad de los alimentos: Retorno a los principios fundamentales 1999. Control de la calidad a lo largo de la cadena alimentaria Función de los consumidores.
5. [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu) EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ); Scientific Opinion on the evaluation of the safety and Efficacy of lactic acid for the removal of microbial surface Contamination of beef carcasses and trimming. EFSA Journal 2011; 9 (7): 2317. [35 pp.]
6. Cardoso M. Peligros bacterianos en la inocuidad de la carne de cerdo. Cap. 4. En: La inocuidad como estrategia de competitividad para la producción de la carne de cerdo. Editado por: Vázquez L, Villoch A, Ramos G. (2012). Primera edición. pp: 58-100. Ed: Red Porcina iberoamericana. Disponible en: <http://www.redporcina.org.mx>.
7. Sofos JN, Belk K E, Smith GC. Processes to reduce contamination with pathogenic microorganisms in meat. Proc. 45th Intl. Documento procedente de Congress of Meat Sci. and Tech.; 1999, ago 1-6, Yokohama, Japan.
8. FAO (1999), Importancia de la calidad e inocuidad de los alimentos para los países en desarrollo. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial
9. Alakomi H., Skytta, E., Saarela. M., Mattila T., Latva-Kala k., y Helander I., Lactic Acid Permeabilizes Gram-Negative Bacteria by Disrupting the Outer Membrane. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 66, págs. 2001-2005.
10. Bell K., Cutte R C., Summer S., Reduction of foodborne microorganism on beef carcass tissue using acetic acid, sodium bicarbonate, and hydrogen peroxide spray washes. Food Microbiology. 14, págs. 439-448, 1997.
11. ICMSF., Ecología Microbiana de los alimentos: Factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos en los alimentos, Volumen I. Editorial Acribia, Zaragoza- España, págs. 97-101, 1980.
12. Acuff GR. Comparison of water wash, trimming, and combined hot water and lactic acid treatments for reducing bacteria of fecal origin on beef carcasses. J Food Prot. 1998;61(7):823-828. 16.
13. Castelo MM, Kang DH, Siragusa GR, Koohmaraie M, Berry ED. Evaluation of combination treatment process for the microbial decontamination of pork trim. J Food Prot. 2001;64(3):335-342.
14. Hardin MD, Acuff GR, Lucia LM, Oman JS, Savell JW. Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. J Food Prot. 1995;58(4):368-374.
15. SAS/STAD 2014. Software State – of – the - art statistical analysis software for making new discoveries: [https://www.sas.com/es\\_mx/software/stat.html](https://www.sas.com/es_mx/software/stat.html)
16. Witting, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp. 24-42
17. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Método oficial 991.14. Conteo de coliformes totales en Alimentos. 2005. Ch. 17, Ed. 18.
18. Reynolds, E. Utilization of spray wash with organic acids (peroxyacetic acid and lactic acid) and chlorinated wash in combination, utilizing direct application methods, for pathogen reduction on pork and beef carcasses in small and very small meat processing plants. University of Georgia Food Science Extension Outreach Program, Georgia, 2005
19. Jackson, T.C. Marshall, D.L. Acuff, G.R. Dickson, J.S. food Microbiology Fundamentals and Frontiers, 2ed. p. 197. ASM Press, Washington, D.C. 2001
20. NTE INEN 2346:2010. 1R. Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. Requisitos
21. Cattana, R. Importancia de la manipulación de los alimentos en los nodos de la RGT. [http://www.geocities.com/revis\\_trueq/manual2.htm](http://www.geocities.com/revis_trueq/manual2.htm) 2017

22. FDA .Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos de América. Administración de Drogas y Alimentos, Departamento de la salud y servicios humanos. Prácticas de buena manufactura en la manufactura, empaque o almacenaje de alimentos para los seres humanos. 2007
23. Código Alimentario Argentino. Capítulo VI. Alimentos. Carnes y afines. Carnes de consumo frescas y envasadas. Texto del artículo No. 255. Resolución Conjunta SP y RS y SAGPYA N° 79/04 y 500/04, publicada en el Boletín Oficial N°30.407 del 24/05/ 04. 2004. [Gobierno de Argentina/Ministerio de Salud].
24. Comisión Europea (C.O.C.E, 2001, Decisión 471/2001/CE), el Servicio de Inspección y Protección de Alimentos (FSIS/USA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2001.
25. Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) (1995). - Resolución N° 471. SAPyA/ SENASA, Buenos Aires
26. Martins, S.B. and Selby, M.J. (1980) Evaluation of a rapid method for the quantitative estimation of coliforms in meat by impedimetric procedures Applied and Environmental Microbiology. págs. 39-518
27. Gallegos, J. 1997. Microbiología de Alimentos. Riobamba, Ecuador. Edit CRD Xerox. pp 8-12.
28. Ojeda, C.. Aplicación de ácidos orgánicos en la reducción de microorganismos Aerobios mesófilos y, Coliformes Totales y Fecales en canales de bovinos. 2009. Informe de trabajo profesional Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. ESPOL Guayaquil – Ecuador pp 11, 28
29. López. J.R, Yanchaliquin. A.G. Peñafiel, S.E. Efecto del ácido láctico sobre la microflora en carne bovina. Libro de memorias del IV Congreso de Ciencia, Tecnología e Innovación 2017 - Dirección de Publicaciones Epoch. ISBN 978- 9942-8611-6-0. pp. 183-19.
30. Jay, J.M. 2005 Moder Food Microbiology, 7th ed.,p.187. Springer, New York.
31. NTE INEN 2346:2006. Segunda revisión 2015. Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. requisitos.
32. Suquinagua, H. 2012. Desarrollo de una mezcla antimicrobiana para la desinfección de canales de res y cerdo en la empresa ITALIMENTOS
33. Guerrero I, Mendiola R, Ponce A, Inoculation of Lactic Acid Bacteria on meat surfaces as a means of decontamination in Semitropical Conditions . Meat Science: 40-397-11. 1995.

# EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE HIGIENE DEL CONSUMO DE CARNE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

(EVALUATION OF THE HYGIENIC CONDITIONS OF MEAT  
CONSUMPTION IN THE CITY OF RIOBAMBA)

Jesús Ramón López Salazar<sup>(1)\*</sup>, Sonia Elisa Peñafiel Acosta<sup>(1)</sup>, Guido Gonzalo Brito Zúñiga<sup>(1)</sup>  
Cristina Gabriela Calderón Tapia<sup>(1)</sup>, Paola Alejandra Villalón Muñoz<sup>(2)</sup>

(1) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, EsPOCH

(2) Universidad Estatal Amazonica, Uea

\*Correspondencia. Tel.: 0987948370, jrlopezkike@yahoo.com.mx,  
jlopez@esPOCH.edu.ec (J.R. López)

## RESUMEN

Los alimentos de origen animal son fuente principal de nutrientes, su inadecuada adquisición y manipulación propicia un entorno para el crecimiento de microorganismos que afectan la salud de los consumidores. La investigación realizada busca evaluar las condiciones de higiene y consumo de la carne en Riobamba, se aplicó una encuesta sobre una muestra de 936 personas y se identificaron hábitos de consumo, estableciéndose que aproximadamente un 30% de población adquiere carnes de baja calidad, escaso sabor y mayor nivel de acidez. En una segunda etapa se realizó una observación a través de una lista de chequeo en 205 lugares que comercializan carne, donde se estableció que los expendedores no cumplen con la vestimenta adecuada en el 54,10% de los casos. Finalmente con una prueba piloto sobre 25 locales dedicados al comercio de carne se analizó parámetros microbiológicos utilizando carne de res, se encontró presencia de microorganismos heterótrofos con resultados de  $3,44 \times 10^7$  UFC/g, superior a lo que establece la normativa RTE INEN 056:2013. El análisis de los datos en todas las etapas, determina la necesidad de promover una cultura de adquisición, manipulación y mantenimiento adecuados para asegurar las propiedades nutricionales en el consumo de carnes en la ciudad de Riobamba.

**Palabras claves:** *Microorganismos, carne, consumo, higiene*

## ABSTRACT

Foods of animal origin are the main source of nutrients, their inadequate handling and acquisition propitiates an environment for the growth of microorganisms that affect the health of consumers, the research carried out seeks to evaluate the conditions of hygiene and consumption of meat in Riobamba, applied a survey on a sample of 936 and consumption habits were identified, establishing that approximately 30% acquires low quality meat, poor flavor and higher level of acidity. In a second stage, observation was made through a checklist in 205 places that market meat, where it was established that those vendors do not comply with the appropriate clothing in 54.10% of the cases. Finally, in a pilot test on 25 premises dedicated to the meat trade, microbiological parameters were analyzed using beef, eterotrophic microorganisms were

found with results of  $33.4 \times 10^7$  CFU / g, higher than the RTE INEN 056: 2013 regulations. The analysis of the data in all stages, determines the need to promote a culture of acquisition, manipulation and adequate maintenance to ensure the nutritional properties of meat consumption in the city of Riobamba.

**Key words:** *microorganisms, meat, consumption, hygiene*

## 1. Introducción.

La carne es un alimento indispensable para una dieta equilibrada, el crecimiento demográfico y el aumento de ingresos económicos generan un mayor consumo de productos de origen animal, principalmente de carne, y permiten predecir un crecimiento y acceso sostenido a este mercado en el futuro (1). La demanda de este producto de origen animal incentiva muchas veces una oferta apresurada con operaciones de faenamiento inadecuadas para satisfacer el mercado, esto implica posibles errores de manejo y salubridad en instalaciones de faena y venta. Hace algunos años el camal de Riobamba fue clausurado por AGROCALIDAD debido a problemas en las instalaciones, su reapertura demoró alrededor de un año y se subsanaron las observaciones en instalaciones y el cumplimiento de condiciones sépticas exigidas en las normas de calidad del Ministerio de Salud, AGROCALIDAD, y el Ministerio del Ambiente. Un estudio posterior a su reapertura realizado por el grupo de investigadores de Biosegal, determinó que a pesar de los esfuerzos desplegados para asegurar la calidad de carne en la ciudad había un amplio desconocimiento de la población en relación a la manipulación higiénica del alimento.

El acceso a alimentos seguros es un derecho de la población garantizado en la Constitución del Ecuador, por ello el Ministerio de Salud en los últimos años advierte sobre la necesidad de verificar el estado de los alimentos. Reportando que las enfermedades de carácter infeccioso o tóxico transmitidas por los alimentos, son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que ingresan al organismo por consumo de agua o alimentos contaminados, eso ha determinado la necesidad de analizar la carne que se consume en la ciudad.

En un estudio realizado en 2016 sobre la carne molida que se expende en el Mercado La Condamine de la ciudad de Riobamba, se encontró que la misma posee una elevada microbioma de patógenos entéricos, probables agentes que desencadenan enfermedades transmitidas por alimentos conocidas como ETA's. Se cuantificó la carga microbiana de carne molida, encontrándose  $4,7 \times 10^5$  UFC/g de *Escherichia coli*;  $2,4 \times 10^6$  UFC/g de Coliformes totales;  $4,7 \times 10^5$  UFC/g de *Staphylococcus aureus* y para *Salmonella* presencia/25g; encontrándose todos estos parámetros fuera de los límites permitidos en la norma NTE INEN 1346:2010 (2); sugiriendo deficiencias en la aplicación de las buenas prácticas de manipulación de alimentos. Estadísticamente se determinó que existe diferencias significativas en las etapas de muestreos para la cuantificación de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, en las muestras recolectadas de las tercenas (3).

*Escherichia coli* O157:H7 y *Staphylococcus aureus* son algunos de los patógenos más frecuentes en la contaminación de la carne, existe literatura que asegura que *E. coli* O157:H7 contamina la carne por contacto con aguas residuales, por la piel o los instrumentos usados en el momento de la matanza del animal. *Staphylococcus aureus* puede además ser transferida a la superficie del canal de varias maneras como por la piel del ganado el instrumental o el personal infectado (4).

*Staphylococcus aureus* se ha asociado al consumo de carne y productos cárnicos, especialmente la carne molida mal cocida mientras que la presencia de *E coli* O157:H7 provoca enfermedades transmitidas por los alimentos y brotes de intoxicación alimentaria (5).

Por lo mencionado anteriormente, un parámetro que se debe tener en cuenta en la evaluación de higiene en carne roja proveniente de res, ovejas, etc., sin duda es la carga de microorganismos presentes. Una vez sacrificado el animal, sus defensas frente a microorganismos invasores prácticamente desaparecen, convirtiéndose en un medio de cultivo excelente para el crecimiento de la mayoría de microorganismos, todo esto debido a los nutrientes que posee, como es el contenido de proteínas, carbohidratos y sustancias solubles de fácil acceso para su asimilación, además de la concentración de vitaminas como por ejemplo la niacina, ácido fólico, biotina, etc., con una concentración de aproximadamente 60 µg/g (6 y 7)

Los microorganismos generalmente están presentes en el pelo, cuero y pezuñas del animal, sin embargo éstos pueden acceder al músculo una vez sacrificado, incluso restos de estiércol y el contenido intestinal si la evisceración no se realiza de una manera adecuada. La principal fuente de contaminación se da en el mismo camal, si las superficies, utensilios y manos de los operadores no se encuentran debidamente esterilizados, otra fuente de contaminación es durante el transporte de la carne, el lugar donde se vende la carne e incluso una vez vendida, también puede contaminarse por la mala manipulación de los consumidores antes de prepararla como alimento. De acuerdo a varias investigaciones los géneros bacterianos más comunes encontrados son *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Brochothrix thermosphacta*, y algunas *Enterobacteriaceae* y *Lactobacillaceae* (8)

Consiguientemente, es importante mantener unas buenas prácticas de manipulación de la carne, desde la faena del animal, luego la manipulación en los sitios expendedores de la carne, e incluso en la manipulación del consumidor antes de prepararla para su consumo. Es también importante establecer buenos métodos de almacenamiento para minimizar y retardar el desarrollo microbiano y la presencia de insectos (9). Por lo que el objetivo del presente estudio se enfoca en generar una visión completa sobre datos de manipulación de carne en la ciudad de Riobamba, y la carga microbiana que presenta la misma al momento de adquirirla en diferentes distribuidores cárnicos como son las tercenos, supermercados, tiendas de barrio, etc.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Aplicación de encuestas y análisis estadístico

En junio de 2017, se realizó un estudio descriptivo y transversal, sobre una muestra probabilística para poblaciones infinitas con una confiabilidad del 95% y un error del 5%, después de analizar el número de encuestas completadas adecuadamente se comprobó una participación mayor a la esperada trabajándose con la opinión de 936 habitantes de las parroquias urbanas de la ciudad, que incluían a hombres y mujeres, mayores de edad y que participaron proporcionando información de manera voluntaria. El estudio realizado bajo el marco del “Proyecto Hoy Comemos Carne”, desarrolló una encuesta de 16 preguntas abiertas y cerradas con imágenes gráficas a colores que permitían profundizar sobre los hábitos de consumo de carnes en la ciudad. La logística de la intervención incluyó diseminar encuestadores e investigadores en diferentes barrios y mercados de la ciudad. Los encuestados proporcionaron datos sociodemográficos y aportaron con su percepción sobre distintos aspectos del consumo de carne, los datos físicos fueron introducidos a través de un cuestionario en google drive en una base de datos en Excel, el análisis incluyó técnicas y estadística descriptiva, inferencial y análisis multivariado, para ello se utilizó software específico y la versión trial del SPSS.

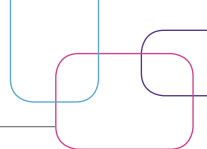
### 2.2 Condiciones de higiene del expendio de carnes (Check List)

Una segunda etapa en el último cuatrimestre de 2017, incluyó una observación de las condiciones higiénicas de 205 lugares de expendio que incluían supermercados, tiendas de abastos, tercenas y mercados, para la observación se utilizó una lista de chequeo, la logística de la intervención incluyó distribuir observadores e investigadores en las cinco parroquias urbanas de la ciudad considerando como puntos de intervención aquellos lugares donde se expendiera carnes, sea de res, pollo o cerdo. La tabulación de los resultados se realizó introduciendo los datos en una base de Excel.

### 2.3 Georeferenciación y muestreo

En una tercera etapa en el primer bimestre de 2018, se realizó una prueba piloto, tomando muestras de carne que expenden en mercados, tercenas, tiendas de barrio y supermercados en 25 sitios de expendio, las muestras de carne se recolectaron una vez por semana durante 3 semanas consecutivas entre enero y febrero, durante cada semana se tomó una muestra de cada sitio, obteniendo 75 muestras para analizar, los puntos de muestreo se representan en la Fig. (3). La carne adquirida fue manipulada por el vendedor y depositada en una funda ziploc, para ser trasladada en un cooler inmediatamente al laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias-ESPOCH siendo procesadas el mismo día, para establecer la incidencia de carga microbiana y contrastarla con la normativa vigente.





## 2.4 Metodología

Se utilizó la metodología propuesta en la normativa NTE INEN 776:2012 (10) que corresponde al muestreo de carne y productos cárnicos, se recolectó un promedio de 200 g de cada local. En el laboratorio se efectuó el recuento de bacterias heterótrofas, para lo cual se extrajo 10 g de la muestra de carne utilizando el QUALIROD CONICAL de 170 mm y se depositó en una bolsa ziploc estéril con cierre hermético, se agregó 30 mL de agua destilada y se trituro con un pistilo suavemente para liberar los microorganismos de la matriz cárnica. Luego se colocó todo el contenido a un Erlenmeyer con 60 mL de agua destilada dándonos un total de 90 mL de agua destilada utilizada en 10 g de carne.

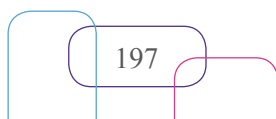
Posteriormente se realizaron diluciones sucesivas hasta llegar a la dilución  $10^{-6}$ , de las cuales se utilizaron las diluciones  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  para sembrar en placas Petri utilizando la técnica de extensión en placa publicada en (Zaragoza & Derrickson, 2011), con medio de cultivo Tripticasa Agar (Difco) el cual es un medio utilizado para el aislamiento de microorganismos aerobios, anaerobios facultativos y estrictos, posteriormente se incubó por 48 horas a  $32^{\circ}\text{C}$ . Dicho proceso se realizó con tres repeticiones biológicas. Finalmente se efectuó el conteo de colonias y posteriormente el cálculo de UFC/g (Unidades formadoras de colonias por gramo de carne).

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Análisis de los hábitos de adquisición y manipulación de carnes en consumidores de la ciudad de Riobamba

La población encuestada se encuentra conformada por un 58,9% de personas de género femenino y en 41,1% de género masculino. Según el sector de la ciudad en que habita, el 39,1% reside en la parroquia Lizarzaburu, 15,5% en la Maldonado, 9,4% en la Velasco, 15,5% en la Veloz y 7,5%, en la parroquia Yaruquíes, el 13% restante no contestó la interrogante. Al consultar al grupo sobre la instrucción que tenían se conoció que 33,3% aseguró poseer educación superior, 26,4% secundaria, 16,7% básica, 5,0% Incompleta, 4,7% declaraba tener educación técnica y 13,9% no contesto a la pregunta.

Dentro de las preferencias, el 40,0 % de encuestados consume carne de pollo, 24,3% consume res, 15,8% cerdo, 13,9% pescado, cuyes 3,2%, ovejas 2,5%, no contesta 0,2% y no consume carne 0,1%, el creciente consumo de carnes blancas que se observa puede atribuirse a las características nutricionales y los requerimientos de una dieta equilibrada, situación que es consistente al crecimiento que ha experimentado el mercado avícola en Ecuador en la última década (11), y con las proyecciones realizadas en 2015 de los sectores avícolas y pesqueros del país, que preveían una reducción del 10% del consumo de carnes rojas y una migración de las carnes blancas, a raíz de un reporte de la Organización Mundial de





la Salud (OMS), que advertía a los consumidores de carnes rojas (como la res, el cerdo y la cabra) y cárnicos procesados (como los embutidos) estudios de efectos cancerígenos por ingesta (12).

En la encuesta se solicitó que los pobladores determinen el color de la carne que prefieren al comprar bajo el patrón que se presenta en la Fig.(1), considerando conforme a la literatura que la carne pálida resulta en una serie de procesos bioquímicos en el músculo que involucran la rápida descomposición del glucógeno y adquiere una acidez mayor que 5,4 inmediatamente después del sacrificio, lo que determina un menor sabor y escasa retención de agua por lo que es difícil de aprovechar para consumo o para embutidos, esto implica que carniceros y/o procesadores de carne en muchos casos la desperdicien, esta situación se puede evitar si se permite que la carne de los animales entre en periodo de estabulación antes del sacrificio y se destinen procesos para asegurar el adecuado manejo del animal en el faenamiento, se reduce considerablemente el riesgo de pálida, suave y exudativa conocido por sus siglas en inglés como PSE. En ganado ovino, bovino, cerdos y aves puede darse que la carne de la canal sea de color más oscuro al poco tiempo después del sacrificio y se presenta una textura más firme y seca cuando el glucógeno muscular se consume y existe poca generación de ácido láctico, ésta condición se produce por lesiones o magulladuras de los animales en el transporte, el manejo en el período anterior al sacrificio. De acuerdo a las siglas en inglés la carne dura, firme y seca se conoce como carnes con la condición DFD. La carne que presenta una condición DFD, tiene una menor vida útil debido a que sus niveles de pH son mayores a 6,0 y oscilan por lo general entre 6,4 y 6,8; es carne de una calidad inferior, con sabor menos acentuado y con color oscuro que en general es menos apetecible para el consumidor, la condición determina que la canal procedió de un animal altamente estresado, lesionado o enfermo antes del sacrificio (13).

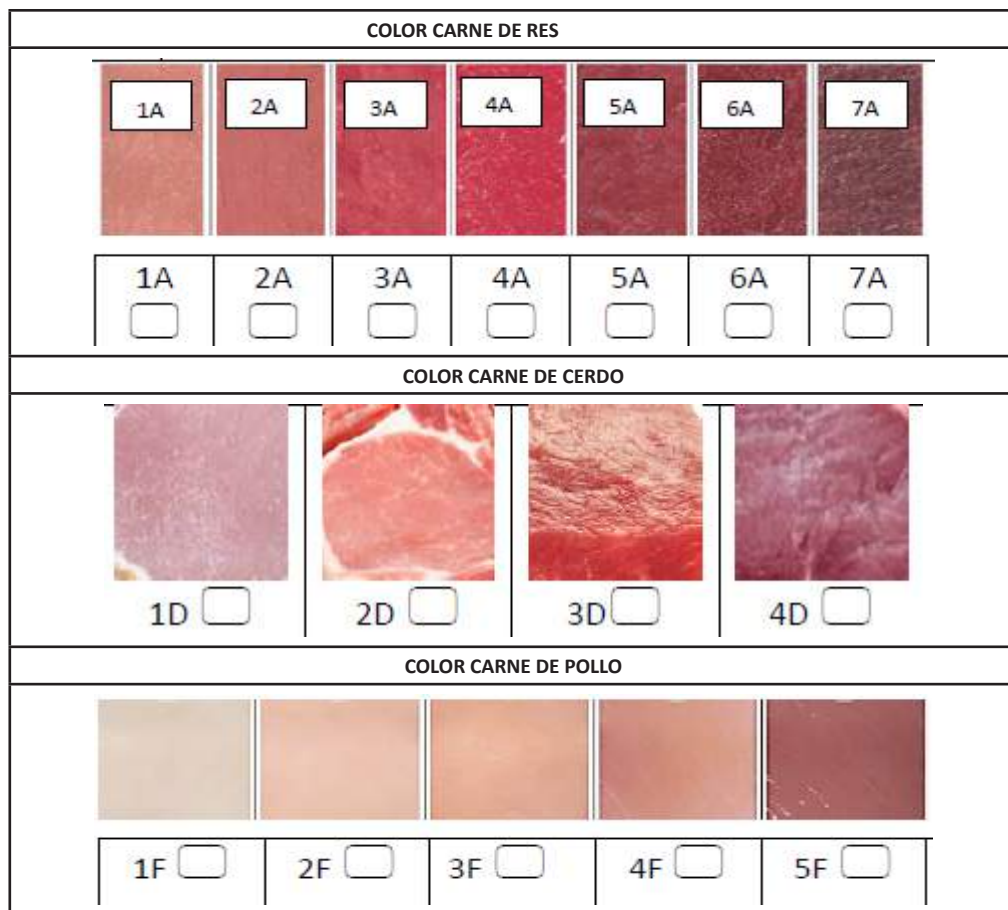


Fig. 1. Patrón de color de carnes utilizado en encuesta.

Fuente: López, J. Peñafiel, S. Brito, G. Calderón, C. Villalón, P. (2018).

En el caso de reses se utilizaron siete colores en el patrón que se muestra en la Fig. (1), la carne con color rojo pálido de la categoría 1A y 2A proviene de músculos con mayor desnaturalización de proteínas, la carne con los colores tipo 3A, 4A se asocian con carne fresca y resulta conveniente para la venta al detalle debido a que se determina como carne fresca proveniente de animales jóvenes y adecuadamente faenados, en cambio, la carne con colores 5A, 6A y 7A proviene de animales mayores de 30 meses de edad considerados viejos o de animales que fueron sometidos a un estrés prolongado antes de la matanza y debería provocar un rechazo en el consumidor, entre más oscura es la carne su pH es mayor a 6 por lo que no se recomienda para la venta al detalle ni para la elaboración de productos procesados puesto que es susceptible a un rápido deterioro. El 65,1% de los pobladores seleccionó como preferencia de adquisición carne de los colores del patrón asociados a 3A y 4A, el porcentaje restante seleccionó otros colores del patrón entre los menos aptos para consumo un 2,0% no contestó la interro-

gante, como se observa en la Fig. (2). Al consultar con el mismo patrón sobre la carne de res que se encuentra a la venta en los diferentes expendios el 62,1% identifica carne con los colores del patrón asociados a 3A y 4A.

En el consumo de la carne de cerdo se realizó un patrón de 4 colores 1D, 2D, 3D y 4D como se muestran en la Fig. (1), que van del rosa pálido al oscuro, siendo el color adecuado de acuerdo al patrón el 2D la carne de cerdo para consumo debe ser rosa y liso con aspecto jugoso. En la Fig. (2), se muestran las preferencias de consumo en la población, observándose que la predilección de color de carne 1D es 8,4%, opta por el color 2D el 67,9%, se decide por la 3D el 19,4% y prefiere carne del color 4D el 1,5%.

En relación al color de la carne de pollo, se trabajó con cinco colores 1F, 2F, 3F, 4F, 5F que se muestran en la Fig. (1), el color asignado a 1F y 2F son pálidos en estas condiciones la carne tiene poca capacidad para retener agua, siendo inadecuada para la elaboración de productos procesados y seca al momento de cocinarse, la carne con colores 3F y 4F son las más adecuadas para consumo y su apariencia es el de carne fresca, a diferencia de la carne con color 5F que es oscuro y tiene un pH mayor a 6 lo que la hace propensa al deterioro (14). La encuesta aplicada muestra que 53,4% prefiere carne en los colores del patrón 1F y 2F, 44,8% muestra preferencia por la carne en colores 3F y 4F, mientras 0,6% se decide por la carne de color 5F, estos resultados se observan en la Fig. (2).

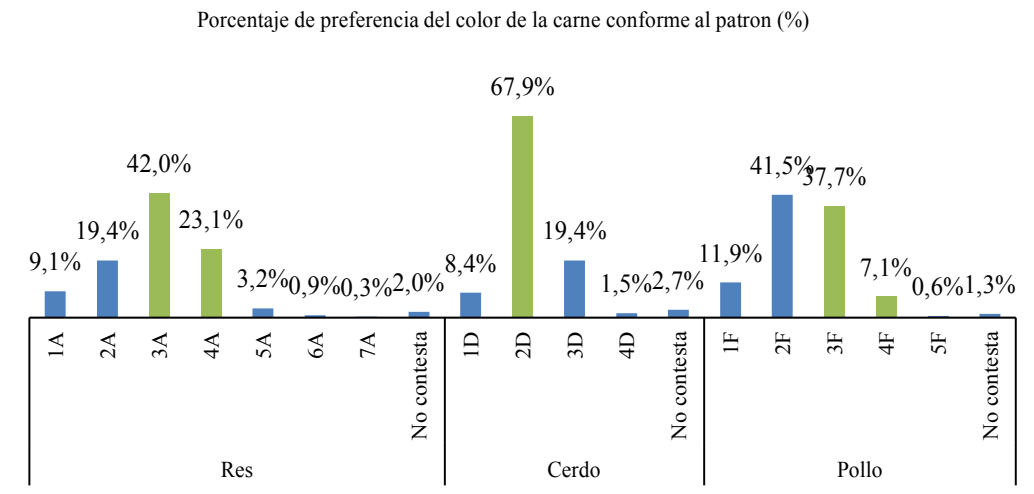


Fig. 2. Porcentaje de preferencia de los pobladores en relación al color de la carne de res, cerdo y pollo conforme al color del patrón

Fuente: López, J. Peñafiel, S. Brito, G. Calderón, C. Villalón, P. (2018).

En este sentido, los alimentos de origen animal poseen sustancias inhibidoras como las inmunoproteínas, enormemente específicas en su acción pero con un limitado espectro de actividad antimicrobiana, que no proveen protección práctica alguna, lo cual es desconocido en los consumidores encuestados (15).

Adicionalmente, 121 personas que equivale al 12,9% de los encuestados asegura que al hacer mercado compra primero las carnes, el 29,5% dice demorarse más de una hora en el mercado lo que se observa en la Tabla (1), donde se presenta el cruce de éstas variables y los resultados parciales y totales. El 31,9% coloca las carnes en la refrigeradora en lugares no adecuados para su mantenimiento, 86,8% lava las carnes mientras un 12,7% no lava las carnes, 35,9% la descongela en un grifo con agua corriendo, 22,3% la descongela dejándola al ambiente y 19,8% utiliza agua caliente, el porcentaje restante utiliza métodos mixtos de acuerdo a sus necesidades puntuales.

		Cuando usted realiza compras de alimentos para una semana o quincena, ¿Cuánto se demora en realizarlas?						
		Más de 1 hora	1 hora	45 minutos	30 minutos	15 minutos	No contesta	Subtotal
Cuando usted realiza compras de alimentos para una semana o quincena, ¿cuál es el orden de sus compras?	Carnes	24	33	29	29	6	0	121
	Pescados	12	9	0	6	4	0	31
	Huevos	10	5	6	7	4	0	32
	Leches	6	13	8	5	4	0	36
	Queso, yogurt	7	12	2	8	2	2	31
	Frutas	47	39	29	21	14	1	151
	Verduras	137	128	50	79	35	1	430
	Harinas	26	19	13	11	4	0	73
	Otros	6	10	4	2	2	0	24
	No contesta	1	3	1	1	0	1	7

Tabla 1: Orden de compras de alimentos y tiempo que se demora en la semana o quincena

Fuente: López, J. Peñafiel, S. Brito, G. Calderón, C. Villalón, P. (2018).

Uno de los problemas frecuentes en la comercialización de carne fresca, es el origen de la contaminación, radica tanto en los animales las canales y las superficies que pueden albergar grandes cantidades de microorganismos. Cuantiosas bacterias patógenas, además de mohos y levaduras, están presentes en el cuero, los pelos y las pezuñas de los vacunos, y son transmitidos a la carcasa luego del sacrificio, cuyo origen es el contenido intestinal, cuando la evisceración no se hace escrupulosamente. Por otra parte, las bacterias también suelen proceder de los pisos, paredes, mesas, cuchillos y manos de los operadores en la planta de faena (16). La carne también es susceptible de contaminación por hábitos inadecuados al momento de manipularla y mantenerla en el hogar.

### 3.2 *Análisis de la observación en lugares de expendio de carnes en la ciudad de Riobamba*

De acuerdo a los resultados obtenidos de las visitas *in situ* a los sitios de expendio de carne de la ciudad de Riobamba en el 54,10% de los locales se observa que los manipuladores no utilizan vestimenta limpia y adecuada, siendo esta práctica fuente para la contaminación microbiológica de la carne. Existen estudios que aseveran que la vestimenta inapropiada, incide en el contenido de *mesófilos* totales, se han determinado en la ropa de trabajo de los operarios e introductores que laboran en el Camal Municipal del Cantón Guamote recuentos microbianos de 1,89 log UFC/cm<sup>2</sup> (17). Por otra parte, en estas visitas realizadas, se confirmó que 60,49% de las personas que manipulan la carne en los locales, no utilizan cofias o gorras para evitar la caída de cabellos en las carnes que expenden; así como, el 73,17% de expendedores no utilizan guantes para cortar y vender las carnes, y el contacto de los alimentos con las manos sucias, son otra fuente de más de contaminación, como lo mencionan (18), en las manos de los operarios se registraron la presencia de *mesófilos* totales en una cantidad de 1,44 log UFC/cm<sup>2</sup> antes de la implantación de Buenas Prácticas de Manufactura y Programa Operativos Estandarizados de Saneamiento, valor que tiene un grado de significancia alto ( $p < 0,01$ ) frente a los valores presentados una vez aplicadas las medidas correctivas tales como la limpieza y desinfección y tiempos correctos de lavado de manos que fueron de 0,97 log UFC/cm<sup>2</sup>. Otros estudios muestran recuentos superiores indicando un conteo de  $5.2 \times 10^4$  UFC/en manos, mediciones que se encuentran fuera de los rangos establecidos por la norma peruana (19 y 20) MINSA resolución 461-2007 para *mesófilos*.

Los resultados del Check List, aplicado en 205 lugares de expendio de carne en la ciudad de Riobamba, evidencian que el 47,80% se verifica la presencia de insectos voladores y el 34,63% de los locales no son adecuadamente limpiados y desinfectados, lo cual se contrapone a lo estipulado por Agrocalidad sobre las condiciones mínimas básicas que establece “Los establecimientos donde se producen y manipulan alimentos serán diseñados y construidos en armonía con la naturaleza de las operaciones y riesgos asociados a la actividad y al alimento” (21).

Una ponencia realizada por Biosegal, basada en una investigación realizada en 2015 en la ciudad de Riobamba, determinaba aspectos del consumo de carne en la ciudad utilizando una muestra de 1067 personas, bajo este estudio se podía aseverar que 61,0% de las personas consultadas no conocían aspectos regulatorios de la venta de la carne, el 11,0 % afirmaba haber comprado carne de un camal clandestino, 37,3% aseguraba haber comprado carne en mal estado, 38,4% decía haberse enfermado por consumir carne no apta para la ingesta, el 21,5% de las personas que comentaban que se encontraron enfermas pro comprar carne en mal estado, 46,57% conocían algo sobre las posibles enfermedades asociadas al consumo de la carne en mal estado, el 8,43% de los encuestados que se enfermaron por haber consumido carne en mal estado afirmaba desconocer sobre las enfermedades asociadas.

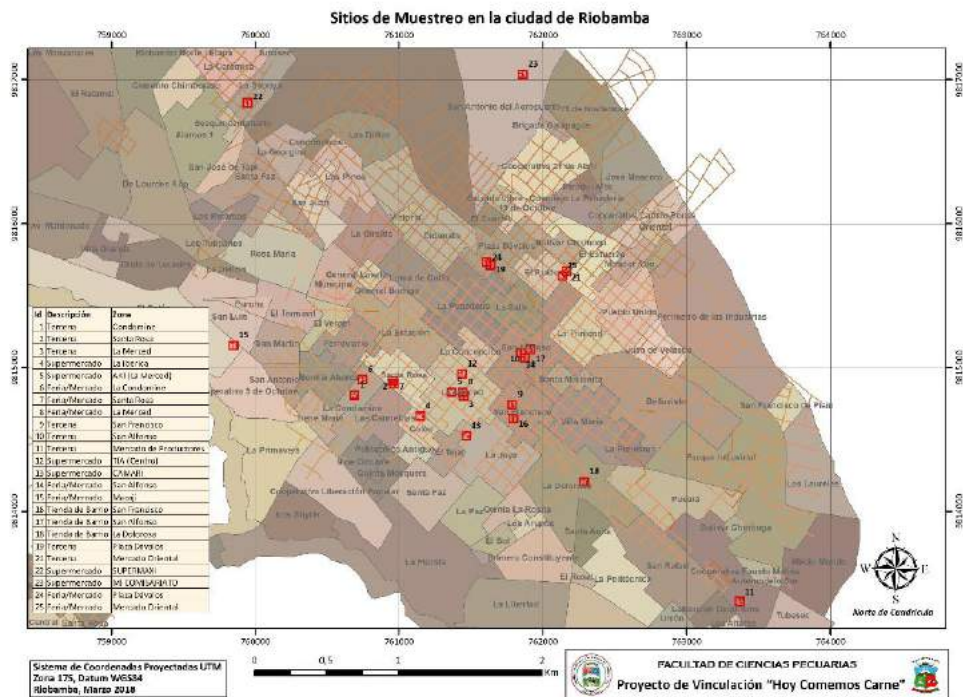


Fig. 3. Representación de los lugares donde se expende carne y los puntos de muestreo realizados en el cantón Riobamba en el 2018.

Fuente: López, J. Peñafiel, S. Brito, G. Calderón, C. Villalón, P. (2018).

### 3.3 Análisis microbiológico

En el conteo microbiológico se determinó que existe una gran cantidad de microorganismos en las muestras de carne de res como se observan en la Fig. (4). Se observa que existen lugares de expendio en donde se despacha carne para consumo que no cuenta con las condiciones de aceptabilidad microbiológica permitida de acuerdo al máximo límite permisible según la normativa RTE INEN 056:2013, (22), el valor máximo encontrado es de  $3,44 \times 10^7$  UFC/g de carne, sobre una muestra proveniente de una tienda de barrio, el segundo valor máximo obtenido es de  $3,37 \times 10^7$  UFC/g siendo la muestra número 2 que corresponde a una tercerna. Según los datos observados, la mayor cantidad de microorganismos se presentan en las muestras obtenidas de tiendas de barrio y tercernas; esto posiblemente se debe a que en las tercernas y tiendas de barrio no cumplen con un protocolo de asepsia y buenas prácticas de manipulación de alimentos, lo cual es un riesgo potencial para la salud (23).

Por otro lado la menor cantidad de microorganismos encontrados, pertenece a la muestra número 15 con  $9,67 \times 10^5$  UFC/g, que pertenece a las muestras tomadas



de una tercena, con lo que ésta muestra entraría en el rango de carne de buena calidad. Esto indica que existen ciertos lugares que mantienen su asepsia y buena manipulación de los cortes de carne, dando una seguridad a los consumidores.

Con dicho análisis sería importante realizar un estudio microbiológico más detallado para determinar si los microorganismos presentes en la carne son patógenos o no, si existe la presencia de *Salmonella spp*, la cual es una bacteria considerada como especie cero tipificada como peligrosa para seres humanos, y de ésta manera saber si estos microorganismos representan un riesgo para la salud humana.

Los criterios de contraste para verificar la calidad higiénica de la carne bovina, ovina, caprina, indican que el recuento de colonias aerobias mesófilos debería encontrarse entre  $3,5 \log \text{UFC/cm}^2$  hasta  $5 \log \text{UFC/cm}^2$  y en las *Enterobacteriaceae* comprenden los rangos de  $1,5 \log \text{UFC/cm}^2$  hasta  $2,5 \log \text{UFC/cm}^2$  (24), lo cual tiene estrecha relación en 8 de las 25 muestras de carne analizadas, Fig. (4). Con esto, los conteos microbianos que según la Norma NTE INEN 2346:2015 (25) para carnes comestibles de animales de abasto no son aceptables.

Con los resultados preliminares de esta investigación, se confirma que la carne está expuesta a ser contaminada tanto en el faenamamiento como en el despendio, particularmente en las operaciones donde es manipulada y no siempre son tomados los cuidados especiales con el acondicionamiento en el lugar donde se le procesa. Como fuentes potenciales de contaminación en los mataderos, encontramos las pieles y los pelos de los animales, impregnados de suciedades y heces fecales, que pueden acarrear millones de bacterias aerobias y anaerobias (26).

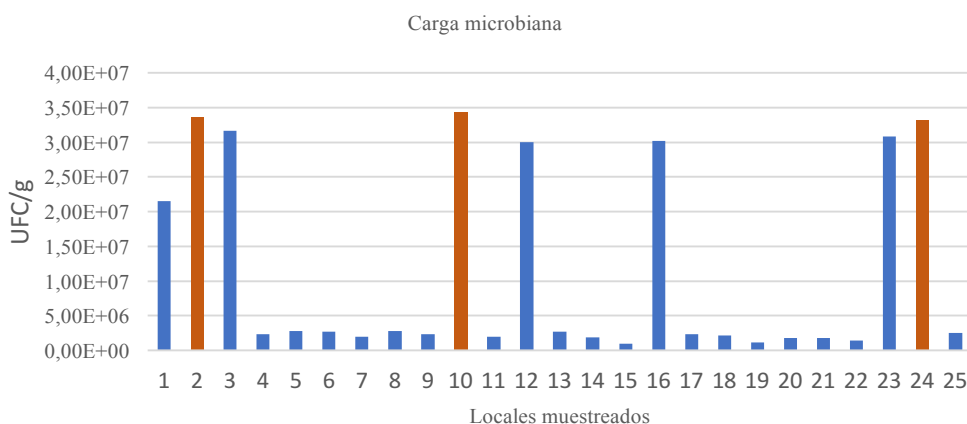
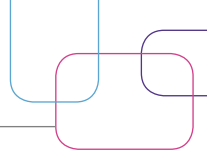


Fig. 4. Representación de UFC/g de microorganismos heterótrofos de carne por muestra codificada (1-25) que se expende en la ciudad de Riobamba.

Fuente: López, J. Peñafiel, S. Brito, G. Calderón, C. Villalón, P. (2018).





De acuerdo a los datos arrojados por el Check List aplicado en 205 locales de expendio de carne en la ciudad de Riobamba, corroboran que la contaminación puede darse casi en todas las operaciones del sacrificio, despiece, procesado, almacenamiento y distribución de la carne; la intensidad con que ocurre la contaminación refleja las normas de higiene y limpieza observadas en el matadero y en la planta de procesado. La composición de esta flora es un reflejo de las distintas fuentes contaminantes y de la eficacia de las medidas higiénicas que persiguen evitar la difusión microbiana, lo que garantizará el consumo de este producto. (27, 28, 29 y 30), siendo necesario controlar los valores microbiológicos observados en las carnes frescas cuando se aplican las buenas prácticas de faenamiento, en donde la presencia de *Salmonellas* en carne de res en el comercio mayorista puede ser tolerable hasta en 1 UFC /100 cm<sup>2</sup>(31).

De los análisis microbiológico realizados en las 25 muestras aleatorias de carne, al momento de manipular la carne por parte del personal encargado puede transmitir varias enfermedades, existen 2 tipos de afecciones como es la enfermedad propiamente dicha causada por los desequilibrios provocados por los organismos patógenos como es la infección que se provoca al ingerir microorganismos patógenos produciendo toxinas en el intestino y la intoxicación alimentaria debido a la ingesta de las toxinas bacterianas producidas en los tejidos animales de consumo humano (32). Es importante tener una vigilancia constante con monitoreos periódicos para asegurar que se cumpla las normas de seguridad alimentaria (33).

#### 4. Conclusiones.

Un porcentaje mayor al 30% de la población prefiere y adquiere carnes de baja calidad, con pH cercano a 7,00 y menor sabor que presentan condiciones DFD (Firme Seca y Oscura), lo que sugiere que provienen de animales altamente estresados, lesionados, viejos o enfermos lo que incide directamente en el aporte nutricional del alimento que se consume.

Existe una necesidad latente de capacitar a la población sobre como adquirir, mantener y manipular las carnes que se consumen en el hogar, los datos muestran que por el lapso de tiempo en que las personas compran la carne hasta que llegan a sus hogares se rompe la cadena de conservación necesaria para la carne, por otra parte se evidencia que existe población que no conoce como almacenar las carnes en sus refrigeradores volviéndose susceptible el alimento a una contaminación cruzada.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las visitas in situ a los sitios de expendio de carne de la ciudad de Riobamba, el 54,10% de los expendedores no utilizan vestimenta adecuada, el 60,49% no utilizan cofias y el 73,17% de expendedores no utilizan guantes al manipular las carnes para evitar la contaminación. Lo que determina la necesidad de generar una campaña de asimilación de buenas prácti-

cas de expendio intentando que los vendedores sumen esfuerzos para una mejor nutrición y alimentación de la ciudadanía.

El número de microorganismos encontrado supera el límite máximo que exige la normativa vigente RTE INEN 056:2013, dentro del rango de calidad aceptable, sin embargo, para mejorar la nutrición de los pobladores y un mayor aporte de proteínas en la ingesta de alimentos es primordial tener carne de buena calidad, con un número menor de microorganismos, por ello, resulta importante incorporar estudios permanentes que evalúen la calidad de la carne que se consume a través de análisis físicos, químico y microbiológicos completos determinado los riesgos para la salud de la población.

### Agradecimientos

Al Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias-ESPOCH por la apertura de sus instalaciones y las condiciones necesarias que permitieron el desarrollo de la investigación. A los estudiantes de la Carrera de Zootecnia y de la Carrera de Ingeniería Química que colaboraron en las diferentes actividades programadas en el proyecto.

### Referencias

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Consumo de carne. 2014 Ginebra. Disponible en [www.fao.org.ec](http://www.fao.org.ec)
2. NTE INEN 1346:2010. Carne y Productos Cárnicos. Carne Molida. Requisitos.
3. Jara – Yedra H. Análisis microbiológico de las carnes molidas expendidas en el mercado La Condamine de la ciudad de Riobamba. Riobamba. ESPOCH; 2016.
4. M. Raftari, F. Azizi Jalilian, A.S. Abdulamir, R. Son, Z. Sekawi and A.B. Fatimah. Effect of Organic Acids on Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus Contaminated Meat. Malaysia; 2009.
5. Gill CO. Microbial Interaction with Meats. In: Brown MH, Ed. Meat Microbiology. London: Applied Science 1982; pp. 225-264.
6. ICMFS. (2006). Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities. Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities. <http://doi.org/10.1007/0-387-28801-5>
7. Instituto CERDÁ Estudio de Mercado Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria Barcelona: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; 2009.
8. Favila Humara, L. del C. (2015). Principales contaminantes de la carne del rastro a su consumo. Centro Nacional De Investigacion Diciplinaria En Microbiologia Animal - CENID, 1, 6. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
9. Prado, L. (2011). Microbiología de la carne fresca y procesada. Tecnología Y Procesamientos de Productos Cárnicos, 13. Retrieved from [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/lapb/micro\\_carnes.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/lapb/micro_carnes.pdf)
10. NTE INEN 776:2012 Carne y Productos Cárnicos. Muestreo
11. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MEGAP). Estudio de cadenas pecuarias de Ecuador. Quito; 2013.
12. El Universo. Por alerta en carne roja, sectores prevén cambios en consumo. Quito; 2015.

13. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado. Ginebra; 2001.
14. Delgado, E. et al. 2014. Patrones fotográficos para la evaluación de color en piel y carne de pollo. México. pp.12.
15. Mossel DAA et al. 2003. Microbiología de los Alimentos. 2ª ed, Acirbia, Zaragoza, p 493, 510, 636.
16. ICMSF. 1998. Microorganisms in Foods - Microbial Ecology of Food Commodities. Vol 6, Blackie Academic & Professional, London, p 1.
17. Illapa. I.E. Lopez. J.R. Flores, C.I. 2017. Diseño e Implementación de un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad en Carne Ovina del Camal Municipal del Cantón Guamate, Trabajo de Titulación. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. pp.68.
18. Gamboa, M. Aguayo, P. 2012. Implementación de un Plan de Mejoras en Prácticas y Operaciones de Higiene para la Preparación de Alimentos en un Centro Infantil en un Sector del Noroeste de Guayaquil. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral .
19. MINSA. Perú 2007. Guía Técnica para el análisis Microbiológico De Superficies En Relación Con Alimentos y Bebidas; resolución ministerial N° 461.
20. Agencia nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. 2015. ARCSA. Norma Técnica Sustitutiva de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, Registro Oficial 555. Quito, Ecuador pp 4-20
21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Perspectivas agrícolas OCDE-FAO 2005-2014. Secretaria General de la OCDE y Directorio General de la FAO. Available. Disponible en [www.fao.org/docrep/008/y9492s00/y9492s00.htm#Contents](http://www.fao.org/docrep/008/y9492s00/y9492s00.htm#Contents).
22. RTE INEN 056:2013. Reglamento Técnico Ecuatoriano .Primera Revisión. Carne y Productos Cárnicos.
23. Edeza, M. J., Quiroz, C. C., & Félix, J. L. (2012). Calidad microbiológica de carne de res comercializada en el mercado municipal de Culiacán, Sinaloa. Veterinaria Mexico, 43(4), 273–284.
24. Reglamento de la Unión Europea N°1086/2011 de la comisión de 27 de octubre de 2011.
25. NTE INEN 2346: 2015 La Carne y sus Menudencias Comestibles de Animales de Abasto. Requisitos.
26. Cabrera, C. Leon, G. Tejada, F. Ramirez, B. Flores, M. 2013. Estudio preliminar para investigar Salmonella sp. y E. Coli O157:H7 en carne molida de res de venta en supermercados en la ciudad de Puebla, México. Ciencia UAT. 26, 64-69
27. Pardo, C. et al. 2001. V.M., Beretta, G., Mentasti, T., Bersani, C., 2003. Cured products from different animal species. Meat Science 63, 485-489.
28. Acuff G.R. Comparison of water wash, trimming, and combined hot water and lactic acid treatments for reducing bacteria of fecal origin on beef carcasses. J Food Prot. 1998;61(7):823-828. 16.
29. Castelo MM, Kang DH, Siragusa GR, Koohmaraie M, Berry ED. Evaluation of combination treatment process for the microbial decontamination of pork trim. J Food Prot. 2001;64(3):335-342.
30. Hardin MD, Acuff GR, Lucia LM, Oman JS, Savell JW. Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. J Food Prot. 1995;58(4):368-374.
31. D'Austo, J. Y. 2000. The Microbiological safety and Quality of Food, Aspen Publishers Inc., Gaithersburg. MD. 2000. P1297.

32. Constanza , L. Ramírez, C. Peña, A. Karolina, D. and. Velásquez, C. “Identificación de Salmonella y Escherichia coli en manos y guantes de manipuladores en planta de sacrificio y faenado de un municipio de Cundinamarca,” Nov. - Publicación Científica EN CIENCIAS BIOMÉDICAS, vol. 6, no. 9, pp. 20–26, 2008.
33. Iyer, A. Kumosani, T. Yaghmoor, S. Barbour, E. Azhar, E. and Harakeh, S. “Escherichia coli and Salmonella spp. in meat in Jeddah, Saudi Arabia,” J. Infect. Dev. Ctries., vol. 7, no. 11, pp. 812–81

# POTENCIAL NUTRITIVO DE SEIS ESPECIES FORRAJERAS DEL ECUADOR EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia Porcellus*)

## NUTRITIONAL POTENTIAL OF SIX FORAGE SPECIES OF ECUADOR IN GUINEA PIG FEEDING (*Cavia Porcellus*)

Hernán Patricio Guevara Costales, Sandra Elizabeth López Sampedro,  
Luis Alfonso Condo Plaza, Julio Mauricio Oleas Lopez,  
Santiago Fahureguy Jimenez Yanez, Pablo Rigoberto Andino Nájera.

Docentes Escuela Superior Politécnica De Chimborazo

Correspondencia:hguevara@esPOCH.edu.ec

### RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de identificar la composición nutricional de diferentes arbustivas e identificar cual podría considerarse como una potencial fuente en la alimentación animal, recordando que al existir una elevada disponibilidad de plantas arbustivas surge la posibilidad de incluirlas en dietas animales sin competir con la alimentación humana como los productos tradicionales. Para el efecto se recolectaron diez especies forrajeras del Ecuador de distintas procedencias; entre estas Maygua (*Epidendrum brevivenum Lindl*), Totorá (*Schoenoplectus californicus*), Falso Chocho (*Lupinus pubescens*), Pasto Guatemala (*Tripsacum axum*), Salva real (*Salvia officinalis L*) y Muelan (*Paspalum dilatatum*), las mismas se analizaron en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH, se aplicó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por cada muestra, cada muestra del mismo tipo pertenecía a tres sitios diferentes, determinándose en el análisis proximal sobresale el falso chocho, con 72,26 % de humedad (H), 27,74 % de materia seca (MS), 7,48 % de cenizas (C), 2,72 % de extracto etéreo (EE), 35,58 % de fibra cruda (FC), 20,53 % de proteína bruta (PB), 34,15 % de extracto libre de nitrógeno (ELN), mientras que el análisis de paredes celulares mostró 59,77 % de fibra detergente neutra (FDN), 44,02 % de fibra detergente ácida (FDA) y 9,35 % de Lignina detergente ácida (LDA) y el resto de especies forrajeras presenta características nutricionales de interés para la alimentación animal.

**Palabras claves:** *Cuyes, especies forrajeras, paredes celulares, proximal.*

### SUMMARY

The present investigation was carried out in order to identify the nutritional composition of different shrubs and identify which could be considered as a potential source in animal feed, remembering that there is a high availability of shrub plants the possibility of including them in animal diets without competing with human food like traditional products. For this purpose ten forage species were collected from Ecuador from different origins; among these Maygua (*Epidendrum brevivenum Lindl*), Totorá (*Schoenoplectus californicus*), False Chocho (*Lupinus pubescens*), Guatemala Grass (*Tripsacum axum*), Salva real (*Salvia officinalis L*) and Muelan (*Paspalum dilatatum*), were analyzed in the laboratory of Animal Nutrition and Bromatology of the ESPOCH

School of Animal Science, a completely random design was applied, with three repetitions for each sample, each sample of the same type belonged to three different sites, determining in the proximal analysis the false lupus stands out, with 72.26% humidity (H), 27.74% dry matter (DM), 7.48% ash (C), 2.72% ethereal extract (EE), 35.58% crude fiber (FC), 20.53% crude protein (PB), 34.15% nitrogen-free extract (ELN), while cell wall analysis showed 59.77% neutral detergent fiber (NDF), 44.02 % acid detergent fiber (FDA) and 9.35% acid detergent lignin (LDA) and the rest of the forraj species eras presents nutritional characteristics of interest for animal feed.

**Keywords:** *Guinea pig, forage species, cell walls, proximal.*

## 1. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie que posee tanto digestión enzimática como microbiana en el estómago y además digiere la proteína de los alimentos fibrosos, lo cual amplía la posibilidad de alimentarlo con una diversa gama de vegetales incluso con los que no comúnmente se alimentan y que se da en diferentes zonas climáticas (1), de manera convencional se emplea la alfalfa pero de manera alternativa pueden utilizarse otras especies, como la Maygua (*Epidendrum brevi venum Lindl*), Totora (*Schoenoplectus californicus*), Falso Chocho (*Lupinus pubescens*), Pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*), Salva real (*Salvia officinalis L*) y Muelan (*Paspalum dilatatum*); cada una de estas presenta una composición nutricional variable si consideramos el tipo de suelo, abono, nutrientes, entre otros factores de gran importancia que definen las características para el crecimiento de la materia vegetal de acuerdo a su familia botánica.

En todos los mercados a nivel mundial la carne de cuy ha tenido relevancia en cuanto a la aceptación del consumo, por ser considerado un animal doméstico de muy fácil manejo su carne provee una gran cantidad de elementos proteicos beneficiosos para la salud humana (2).

En el Ecuador y de manera especial en la región interandina se dispone de una gran diversidad de especies forrajeras que se utiliza en la alimentación de cuyes permitiendo que la población rural sustente su economía y alimentación con una especie que ha permitido el progreso y desarrollo de los pueblos marginados de la Sierra Ecuatoriana. (1,2)

Se hace necesario referenciar que el cuy es una especie muy versátil no solo porque se adapta a diversos tipos de climas, alturas tanto a nivel del mar o montañas, sino también por los tipos de alimentos que puede digerir por ser considerado como un fermentador post-gástrico con un ciego funcional donde ocurre la fermentación permitiéndole aprovechar de mejor manera los nutrientes de múltiples alimentos que ingiere (1).

La dieta utilizada para esta especie por lo general no cubre los requerimientos nutricionales que estos demandan y que permitiría a las personas que se dedican a la pro-

ducción del mismo, lograr altos réditos no solo económicos, sino también en cuanto a la calidad nutricional que aporta el cuy a la alimentación humana (3).

Es necesario entonces conocer la forma en que se alimentan los animales y que especies vegetales mejoran la calidad de la carne, ya que no todos los forrajes permiten obtener resultados satisfactorios, conduciendo al productor a utilizar otros alimentos como el balanceado, lo que conlleva un incremento en los costos de producción y a ser menos competitivos en el mercado (4).

Hay que considerar que si la cantidad de forraje con que se alimenta el cuy es insuficiente puede causarle trastornos metabólicos como puede ser la caída de pelos en los flancos, pérdida de peso, es por ello que es recomendable combinar una serie de forrajes que cubran sus requerimientos nutricionales conociendo sin duda las características de cada uno (5).

El genotipo es otro aspecto a considerar, por ejemplo se establece una diferencia estadística en peso de carcasa a favor del genotipo Cieneguilla con 878 g en comparación con el genotipo Perú con 765 g alimentados a partir de balanceado (6). Las especies vegetales que se suministran a estos animales se caracterizan por poseer elementos nutritivos como proteínas, carbohidratos, grasas, elementos minerales que son la base en la producción animal, sin embargo, estos alimentos no han sido considerados en la formulación de dietas base para la alimentación. Razón por la cual el presente estudio enfoca analizar la composición nutricional de diversos alimentos no convencionales en los cuyes, además de su respuesta corporal.

De esta manera el presente trabajo investigativo logra presentar los resultados de las especies forrajeras no convencionales que pueden ser utilizadas en la alimentación de los cuyes.

## 2. Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en el laboratorio de Nutrición animal y bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador (ESPOCH). Para lo que se utilizaron seis tipos de especies forrajeras maygua, totora, muelan, falso chocho, pasto guatemala y salva real, de 30 días de corte. Cada unidad de análisis correspondió a 1Kg de peso fresco por triplicado tomado de al menos tres diferentes procedencias, mientras que para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza según Tukey con un diseño completamente aleatorizado y una significancia  $P < 0,05$ .

Durante una primera etapa se realizó el muestreo por tres meses, en donde inicialmente se realizó un corte de igualación para cada una de las seis especies en estudio, considerando su biodisponibilidad en las regiones costa, sierra y oriente; posteriormente se tomó un peso aproximado de un kilogramo de material fresco, que se mantuvo en congelación a  $-8^{\circ}\text{C}$  para su posterior procesamiento.



En una segunda etapa, las muestras fueron descongeladas hasta temperatura ambiente y después se deshidrataron a 60°C seguidamente se realizó la molienda y el posterior análisis proximal. Las determinaciones bromatológicas de materia seca (MS), cenizas (C), extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC) se ejecutaron de acuerdo a los métodos oficiales de análisis según la AOAC 2005 (7). Mientras que la fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA) y lignina detergente acida (LDA) se determinaron según lo descrito en la técnica propuesta por Van Soest (8).

### 3. Resultados y discusión

#### *Humedad*

Al evaluar las diferentes especies no convencionales para la alimentación de cuyes, se determinó que *E. brevi venum Lindl* y *T. laxum* obtuvieron un 89,60 y 85,58 % de humedad mientras que la *Salvia officinalis*, *Paspalum dilatatum*, *Schoenoplectus californicus* y *Lupinus pubescens* registraron valores de 75,19, 77,44, 77,85 y 72,26 % respectivamente. Resultados que al ser comparados con los de Pablo, M. (9), que realizó un estudio de la cinco especies de leguminosas del género *Lupinus*, muestran variación entre componentes, siendo el valor más alto en (*L. exaltatus*) con 86.8%, así mismo, en una investigación con *Lupinus ssp*, el contenido de 81,6%, lo que expresa que la humedad está acorde a las características físicas de las especies y a los diferentes estados vegetativos de recolección (10).

#### *Materia seca*

Al analizar el porcentaje de materia seca se reportó que el falso chocho posee 27,75 % de materia seca, valor que difiere significativamente del resto de especies forrajeras, tales como la *Salvia officinalis L*, *Paspalum dilatatum*, *Schoenoplectus californicus*, *Tripsacum laxum* y *Epidendrum brevi venum Lindl* , puesto que registraron un porcentaje de 24,81, 22,56, 22,15, 14,42 y 10,40 % respectivamente, los contenidos de materia seca fluctuaron de 13.2% a 27.2% (9) a diferencia de Porras (10), que reporto un 18,4%, resultados que se deben a las condiciones edafo climáticas y de manejo de las especies y además sugiere que existe una interacción entre el genotipo medio ambiente y el desempeño de la especie, indicando que las condiciones en las que se desarrolló el experimento afectaron de alguna manera la respuesta de las especies estudiadas.

#### *Cenizas*

El contenido de minerales en las especies vegetales tales como la *Epidendrum brevi venum Lindl* y *Tripsacum laxum* fueron de 12,61 y 12,86 %, valores que difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) de la *Salvia officinalis*, *Schoenoplectus californicus*, *Paspalum dilatatum* y *Lupinus pubescens* con los cuales se registraron valores de 10,73, 10,38, 8,26 y 7,48 %, esto se debe principalmente a las carac-

terísticas taxonómicas de las especies, Han y Baik (11), encontraron contenidos de ceniza inferiores al evaluar la soya 3,4%, en comparación con Pablo (9), que encontró un contenido de minerales el Lupino de 6,35%, mientras que la *Morus alba* 15, 07% (12), presento mayor contenido de minerales, esto se debió a que la presentación de minerales en el suelo tenía un nivel ideal. Siendo el caso de que en las gramíneas el contenido de minerales depende de la madurez de la planta y en la leguminosas este de acuerdo al ciclo del cultivo.

### Materia Orgánica

El contenido de Materia Orgánica de las especies forrajeras no convencionales tales como el *Lupinus pubescens* y *Paspalum dilatatum* registraron valores de 92,52 y 91,74 %, valores que difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) del resto de especies, de esta manera se puede señalar que cada una de las especies vegetales se caracterizan por contener cierta cantidad de materia orgánica y consecuentemente su diferencia corresponde a las cenizas.

Así mismo Pablo (9), en la investigación realizada en el lupino encontró un contenido de materia orgánica de 93,65%, resultados que al comparar con Blanco (12) 84,93%, en la *Morus alba* son relativamente más bajos que los de la presente investigación debiéndose principalmente al clima en el que se encuentran adaptadas estas especies, y a que las gramíneas presentan mayor contenido de azúcares que las leguminosas.

Los resultados del análisis proximal y de paredes celulares en base seca se muestran en la Tabla I

Variables	Especies forrajeras										EE	Prob.		
	May-gua		Totora		Falso chocho	Guatemala	Salva real		Mue-lan					
Humedad total %	89.60	A	77.85	bc	72.26	c	85.58	Ab	75.19	bc	77.44	bc	1.71	1.3E-03
Materia Seca%	10.40	C	22.15	ab	27.74	a	14.42	Bc	24.81	ab	22.56	ab	1.71	1.3E-03
Cenizas %	12.61	A	10.38	b	7.48	c	12.86	A	10.73	B	8.26	c	0.21	6.1E-11
Materia Orgánica %	88.31	B	89.62	b	92.52	a	87.14	C	89.27	B	91.74	a	0.28	2.7E-08
Extracto Etéreo%	5.75	B	1.62	d	2.27	cd	2.67	C	7.85	A	2.89	c	0.15	8.6E-14
Fibra cruda	36.49	Cd	45.08	a	35.58	d	39.32	B	34.40	D	34.60	d	0.29	2.6E-14
Proteína Bruta	8.55	D	6.29	e	20.53	a	13.12	B	9.73	cd	11.87	bc	0.35	1.8E-13
Extracto Libre de Nitrógeno	36.59	b	36.63	b	34.15	bc	32.04	D	37.29	B	42.38	a	0.57	4.4E-08
Fibra Detergente Neutra	62.71	cd	83.70	a	59.77	d	81.33	A	65.55	C	70.41	b	0.70	2.2E-13
Fibra Detergente Ácida	52.02	b	58.29	a	44.02	c	58.28	A	52.07	B	60.14	a	0.75	2.1E-09
Lignina detergente ácida	17.48	b	9.51	d	9.35	d	11.25	C	16.56	B	26.56	a	0.26	3.6E-20

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tabla I. Composición proximal y de paredes celulares en base seca de las especies forrajeras.

### Extracto etéreo

El extracto etéreo de las especies vegetales utilizadas en la alimentación de cuyes principalmente la *Salvia officinalis* posee 7,85 % de este nutriente, valor que difiere significativamente del resto de especies, tales como la *Epidendrum brevi venum Lindl*, *Schoenoplectus californicus*, *Lupinus pubescens*, *Tripsacum laxum* y *Paspalum dilatatum* con los cuales se registraron valores de 5,75, 1,72, 2,27, 2,67 y 2,89 % respectivamente, al contrastar estos resultados con los obtenidos por Blanco (12), este indica en su investigación que el extracto etéreo de la *Morera albus* fue de 2,08% y 1,9% para *Sambucus nigra*, a diferencia del *Dichapetalum spruceanum*, estudiado por Cortés (13), con 0,91%, valores que al compararlos con la presente investigación son menores, este bajo contenido en los forrajes implica poca significancia en el valor nutritivo, los arbustos forrajeros como *Leucaena leucocephala* también presentan contenidos superiores (4.6-6%) (14, 15). Estos valores se ven influenciados por las variaciones en la edad de las plantas al momento del análisis.

### Fibra cruda

En la composición bromatológica refiriéndose a la Fibra Cruda la *Schoenoplectus californicus* registró un valor de 45,08 %, valor que difiere significativamente ( $P < 0,05$ ) del resto de especies, de esta manera se puede señalar que la fibra tiene relación directa con la edad y el estado fenológico de las especies considerándose importante en los procesos de digestión, puesto que ayudan arrastrar ciertos nutrientes que no se utilizan o que están en cantidades exageradas. Pablo (9), determinó que el *L. angustifolius* (15.84%), presento mayor contenido de fibra Ruíz y Sotelo (16), mencionó que *L. exaltatus* (14.61%), y *L. simulans* (14.42%) presentan valores similares, mientras que un contenido inferior *L. elegans* (12.91%). Evans (17), cita que la fibra de *L. angustifolius* presenta un índice glicémico bajo y que por lo tanto puede emplearse en la elaboración de alimentos para diabéticos, es muy probable que este comportamiento de la fibra de *L. angustifolius* sea muy similar en otras especies de *Lupinus*.

### Proteína cruda

Uno de los compuestos más importantes tanto en especies animales como vegetales es la proteína, así podemos señalar que el falso chocho registro un contenido de 20,53 % de este elemento nitrogenado, debido a la capacidad de almacenar nitrógeno captado por nódulos de microorganismos que viven en simbiosis en las raíces de estas plantas, razón por la que se hacen diferentes significativamente del resto de especies tales como, la *Epidendrum brevi venum Lindl*, *Schoenoplectus californicus*, *Tripsacum laxum*, *Salvia officinalis* y *Paspalum dilatatum* los cuales obtuvieron un contenido de 8,55, 6,29, 13,12, 9,73 y 11,87 % respectivamente. Pablo (9), detalla que el *L. exaltatus*, mostro porcentajes similares de proteína cruda a los mostrados por López et al. (2006) en la misma especie (23.5%), presente en el Nevado de Colima, México.

El contenido de proteína cruda del *Lupinus* es superior al de leguminosas forrajeras como la harina de alfalfa (16-20.5%), trébol (12.5-19%) (Flores, 1991), *Arachis pintoi* L. (14.2%) Delgado (20), y de la de arbustos forrajeros como morera, *Morus alba* (11.3%) Benavides (21), *Hibiscus rosa sinensis* L. (18%) y similar a la de, *Gliricidia sepium* (23%) Hernández (22). El contenido de proteína cruda es el valor más variable en los forrajes el mismo que varía con la madurez de la especie.

#### *Extracto Libre de Nitrógeno*

Al analizar el extracto libre de nitrógeno se demostró que el *Paspalum dilatatum* obtuvo un 42,38 %, valor que difiere significativamente ( $P < 0,01$ ) del resto de especies vegetales analizadas, al comparar este valor con Pablo (9), en su estudio sobre el *Lupinus* ilustra que el contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN) fue de 27.05%, mientras que el *Lupinus exaltatus* (31.1%), de acuerdo a Ruiz () siendo estos valores similares a los que se encuentran en esta investigación, pero inferiores a los valores observados por el mismo autor en *L. exaltatus* (40.7%).

#### *Fibra detergente Neutra*

Con relación a las paredes celulares, la fibra detergente neutra en mayor proporción se encontró en la totora y pasto Guatemala registrándose 83,70 y 81,33 %, valores que difieren significativamente del resto de especies forrajeras utilizadas en este estudio, estos resultados contrastan con Barreto y Chamorro (23), en su investigación *Sambucus nigra*, obtuvieron 31,34%, a diferencia de la *Morera albus*, con un contenido de FDN de 51,92%, Pablo (9), encontraron que el *Lupinus* presenta un contenido de FDN similar a las leguminosas forrajeras como alfalfa *Medicago sativa* L. (39.9%) McSweeney (24), soya *Glycine max* (46%), *Arachis pintoi*, Krap & Gres (43.3%). Valores superiores a *Centrosema pubescens* (57.6%) (Delgado et al., 2007), y dentro del rango de leguminosas arbóreas como el *Gliricidia sepium* (27-50%) (Brewbaker, (25).

El alto contenido de FDN en las vainas puede deberse a la presencia de velloidades lignificadas, características de este género, lo cual es más notorio en las especies silvestres.

#### *Fibra detergente ácida*

En lo referente a la Fibra detergente ácida la Totora, pasto Guatemala y Muelan disponen de 58,28 y 60,14 % valores que difieren significativamente del resto de especies, principalmente de la Maygua, Falso chocho y Salva real con valores de 52,02, 44,02 y 52,56 %, lo que permite manifestar que en esta variable se identificaron dos grupos estadísticos con relación a la fibra detergente ácida.

Delgado (20), citan que los *Lupinus* (38,5%), presentaron valores intermedios de

FDA en comparación con los materiales utilizados como bancos de proteína en la alimentación de rumiantes, mientras que Blanco (12), demostró que la *Morus alba* (25,13%), el maní forrajero (37.8%), y el centrosoma (36.9%), haciendo que los altos contenidos de fibra en los alimentos para animales sea una limitante al ocasionar el llenado más rápido afectando la capacidad de consumo, así como también puede afectar la digestibilidad de otros componentes.

#### *Lignina Detergente Neutra*

Finalmente, el contenido de lignina detergente acida en el muelan fue de 26,56 % siendo la más alta, diferenciándose significativamente del resto de especies vegetales como la Maygua, Totorá, Falso chocho, Guatemala y salva real puesto que registraron 17,48, 9,51, 9,35, 11,25 y 16,56 % de este contenido de paredes celulares, al comparar estos resultados con Llamas (14), manifiesta que la *L. leucocephala* reporta un contenido de lignina de 12.3% además de indicar que las leguminosas herbáceas poseen un contenido de lignina alto, mientras que Blanco (9), encontró un nivel de 2,68% de lignina en la *Morus alba*, sosteniéndose que el mayor contenido de lignina se encuentra en los tallos que son el soporte mecánico de los órganos de las plantas, presentan paredes secundarias más gruesas donde la lignina es un componente importante además Boudet (26), indica que la conducción de agua y minerales se realiza a través de elementos vasculares lignificados.

#### **4. Conclusiones**

La composición bromatológica de las especies analizadas es muy diversa, debido principalmente a su variabilidad taxonómica de las mismas.

La dieta de diferentes especies zootécnicas como el cuy que es nuestra especie de interés requiere de la inclusión de un nivel considerable de proteína y fibra; bajo este contexto el falso chocho muestra el perfil nutricional más adecuado para ser utilizado en la alimentación de la especie.

El perfil de paredes celulares del falso chocho muestra una gran ventaja para ser utilizado en la alimentación de los cuyes considerando por su contenido celular y mayor aporte energético.

#### **Referencias**

1. Chauca de Zaldívar L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO 1997; 138: 8-32.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Tecnología en cuyes; INIA (en línea) 2005 (fecha de acceso 16 enero 2017). URL disponible en: <http://www.inia.gob.pe/tecnologias/crianzas>
3. Aliaga L. Crianza de cuyes. Proyecto Sistemas de producción. PE. INIA 2001.
4. Falconí P. Manual Técnico para Criar Cuyes y Conejos. ESPE 2004; Quito, Ecuador.
5. López de Buriticá CM, Yepes Chamorro DB, Hernández Hernández OA, Arteaga Cabrera

- EV, Báez Díaz F, Calad Enríquez C. Explotación tecnificada de cuyes. CORPOICA, 2003: 2-38.
6. Camino J, Hidalgo V. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Rev Inv Vet Perú (en línea)* 2014 (fecha de acceso 29 marzo 2017); 25(2): 190-197. URL disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172014000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172014000200006&lng=es&nrm=iso)>.
  7. Official Methods of Analysis. Association of Analytical Communities AOAC. (18 th Ed Assoc Off Agric Anal Chem Inc Gaithersburg. MD. USA. 08-2005).
  8. Van Soest P. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University. Ithaca, USA; 1994.
  9. Pablo M. Caracterización Del Valor Nutritivo De Cinco Especies De Leguminosas Del Género *Lupinus*. Tesis de Maestría, Institución de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas. México, 2013.
  - 10.
  11. Pablo Pérez M, Lagunes Espinoza LC, Ramos Juárez J, López Upton J, Aranda Ibáñez E M, Vargas Villamil L. Ruminal degradation of aerial biomass and seeds of wild species of *Lupinus*. *Cienc. Inv. Agr* 2014; 41(1): 5-12.
  12. Han H, Baik B. Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culinaris*), chickpeas (*Cicer arietinum*), (*Pisus sativum*) and soybeans (*Glicine max*), and their quantitative change during processing. *Internacional Journal of Food Science and Technology*, 43; 2008. p.1971-1978.
  13. Blanco Causil M, Sierra Moreno M. Caracterización bromatológica y evaluación de diferentes Niveles de inclusion de morera (*Morus alba* L.) y sauco (*Sambucus nigra* L.), en la alimentación de conejos en ceba. Tesis de Ingeniería, Universidad de la Salle Facultad de Zootecnia. Bogota D.C., 2005.
  14. Cortés C. Activity of quinolizidine alkaloids from three Mexican *Lupinus* against the lepidopteran crop pest *Spodoptera frugiperda*. *Bio Control Rev Bras Farmacogn* 2010; 54:459-466.
  15. Llamas E, Castillo B, Sandoval C, Bautista F. Tree forage production and quality analysis with forage potenciability on a quary soil in Merida, Yucatan, México. In. International Symposium on Silvopastoral System and Seconds Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America 2001; pp 478.
  16. Gonzalvo S, Nieves D, Ly J, Macías M, Carón M, Martínez V. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. *Livestock Research for Rural Development (en línea)* 2001 (fecha de acceso 03 febrero 2017); 13(20). URL disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd13/2/gonz132.htm>.
  17. Ruíz A, Sotelo A. Chemical composition nutritive value, and toxicology evaluation of Mexican wild lupins. *J Agric Food Chem* 2001; 49(11): 5336–5339.
  - 18.
  19. Lagunes Espinoza LC, López Upton J, García López E, Jasso Mata J, Delgado Alvarado A, García de los Santos G. Diversidad morfológica y concentración de proteína de *Lupinus* spp. en la región Centro-Oriental del Estado de Puebla, México. *Acta Bot Mex* 2012; 99:73-90.
  20. Ruiz López MA, Rodríguez Macías R, Navarro Pérez S. Evaluación químico-nutricional de *Lupinus exaltatus* Zucc, del Nevado de Colima, México, como fuente potencial de forraje. *INCI* 2006; 31(10):758-761.
  21. Flores MP, Castanon JIR. Effect of level of feed input on true metabolizable energy values and their additivity. *Poult Sci* 1991; 70 (6): 1381-1385.
  22. Delgado D, La O, Chongo B. Composición Bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de leguminosas tropicales herbáceas con perspectiva de uso en los sistemas productivos ga-



- naderos. Rev Cuba Cien Agrí 2007; 41(4):343-346.
23. Benavides J. Utilización de la Morera (*Morus alba*) en sistemas de producción animal. In: Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (en línea) 2001. (fecha de acceso 10 febrero 2017). URL disponible en: <http://www.fao.org/waicentfainfo/agricult/aga7agap/frg/afri/spañol/document/morera/13doc>.
  24. Hernández Sánchez D, Pinto Ruíz R, Aranda Ibáñez EM, Mata Espinosa MA, Hernández Melchor G, Cruz Hernández A et al. Calidad nutritiva, contenido de taninos y degradación ruminal de morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) a cuatro referencias de corte. In: Memorias de la XVII Reunión Científica- Tecnológica, Forestal y Agropecuaria 2005: 184-199.
  25. Barreto C, Chamorro D. Evaluación de frecuencias de corte en la producción y calidad de *Sambucus nigra* H.B.K. CORPOICA - UDCA. Datos sin publicar.
  26. McSweeney C, Gough J, Colan L, Hegarty P, Palmer B, Krause D. Nutritive value assessment of the tropical shrub legume *Acacia angustissima*: anti-nutritional compounds and in vitro digestibility. *Animal Feed Science* 2005; 121: 84-76.
  27. Bhardwaj H, Starner D, Edzard van Santen. Preliminary evaluation of white lupin (*Lupinus albus* L.) as a forage crop in the mid-atlantic region of the United States of America. *Journal of Agricultural Sciences* 1987; 2:13-17.
  28. Boudet, A. Lignins and lignification: selected issues. *Plant Physiology and Biochemistry* 2000; 38: 81-96.





# LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: SOPORTE Y GUÍA EN TODO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

## THE METHODOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH: SUPPORT AND GUIDE IN ALL RESEARCH PROJECT

M. N. Navarro Ojeda <sup>(1)\*</sup>, S. G. Barraqueta Rojas <sup>(2)</sup>, J. R. Pérez Pupo <sup>(3)</sup>, J. N. Pérez Guerrero <sup>(4)</sup>,  
G. Moreno Andrade <sup>(1)</sup>, E. Navarro Pupo <sup>(5)</sup>

(1) Escuela en Ingeniería de Industrias Pecuarias. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH

(2) Escuela de Control y Automatización. Facultad de Informática y Electrónica. ESPOCH

(3) Escuela en Ingeniería de Mantenimiento. Ingeniería Mecánica. ESPOCH

(4) Carrera Mecánica. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Química.  
Universidad Técnica de Manabí.

(5) Estudiante del 8vo Nivel de Medicina. Escuela de Medicina. ESPOCH.

(\*) Teléf.: 09 7915 7268 E-mail: elyandy3@gmail.com (M. N. Navarro Ojeda)

### RESUMEN

El presente trabajo trata sobre un conjunto de reflexiones que permiten ver la Metodología de la Investigación Científica no como un dogma o una tarea de difícil acceso, a la hora de concebir un proyecto de investigación, sino como una potentísima herramienta gnoseológica y epistemológica que facilita y propicia las mejores vías de solución en los más disimiles problemas que se presentan en la técnica, la tecnología, las ciencias, la industria y los servicios, entre los más importantes campos de acción. Este trabajo, pretendió incursionar, a través de un razonamiento lógico sistémico y enriquecido por varios ejemplos, en el fundamento-metodológico y su estructuración de cómo plantearse y dar solución a un proyecto de investigación. El lector podrá encontrar constantes preguntas y reflexiones a aspectos, que siendo muy actuales y recurrentes, le faciliten hallar las respuestas a sus inquietudes, y, en consecuencia, enrumbar la solución de su problema de investigación.

**Palabras clave:** *metodología de la investigación, proyectos de investigación*

### SUMMARY

The present work, about reflections set, allow us to see the Scientific Research Methodology not as a dogma or a difficult access task, in order to conceiving a research project. This constitute a very powerful gnoseological and epistemological tool, that facilitates and it promotes the best solutions in the most dissimilar problems that arise in technology, sciences, industry and services, among the most important fields of action. This work, pretended to venture, through a systemic logical reasoning and enriched by several examples, in the fundamental-methodological and its structuring of how to approach and give solution to a research project. The reader will be able to find constant questions and

reflections on aspects that, being very current and recurrent, will make it easier for him to find the answers to his or her concerns, and, consequently, to address the solution of his research problem.

**Keywords:** *research methodology, research projects*

## 1. Introducción

“A investigar se aprende investigando” (1). Durante el desarrollo de un Proyecto, en cualquiera de las ramas del saber: ciencias, tecnología, servicios, etc., muchos se preguntan los pasos que se deben seguir para llevar a feliz término su investigación. Y, en este contexto, surgen diferentes preguntas, que no siempre tienen una respuesta inmediata y clara en su concepción: ¿Qué es investigar?, ¿Cómo y dónde encontrar un buen problema de investigación?, ¿Qué es una Situación Problémica?, ¿Cuáles son los pasos que se deben ejecutar durante el desarrollo de un proyecto de investigación?, ¿Por qué, en ocasiones, se hace difícil determinar el objeto y el campo de investigación?, ¿Qué es el marco teórico referencial en toda investigación; cuáles son sus funciones; es solamente procesar bibliografía?, ¿Qué es un experimento, de qué variables depende?

Como se puede observar existe un muy amplio diapasón de interrogantes, que no en pocas ocasiones abruma al investigador, y no le permiten encausar adecuadamente -con eficacia y eficiencia-, la solución del problema.

### 1.1 El experimento

Pero, para llegar al mejor entendimiento de todo lo planteado, sería bueno preguntarse en este momento: ¿Qué es un experimento? En este orden, podría decirse que “Experimento”, ante todo, es una relación Causa-Efecto, de amplio alcance. La Figura 1, permite observar de una forma gráfica muy sencilla, y utilizando el ejemplo del fenómeno del desgaste -siempre presente en múltiples sistemas tribotécnicos-, la conceptualización de este término.

No obstante, si se fuera a buscar una definición de este importante término, Rojas (2) expresa:

Etimológicamente la palabra ‘proyecto’ se deriva del latín ‘proiectare’ que significa ‘arrojar algo hacia adelante’, lo cual llevaría a pensar en una acción en dirección al futuro,...; Tamayo (1998) concibe el proyecto como ‘el planeamiento de algo en el cual se indican y justifican los conjuntos de acciones necesarias para alcanzar un objetivo determinado, dentro de determinados parámetros de concepción, tiempo y recursos (p.69).

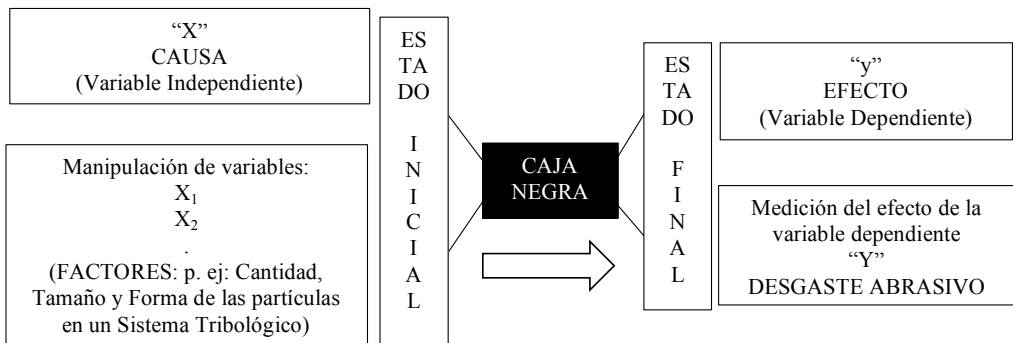


Fig. 1. El Experimento. Representación gráfica

Se ha definido el experimento, acción que debe estar precedida por todo un estudio anterior, es decir, la concepción de un adecuado diseño de la investigación. El experimento valida la hipótesis o las preguntas de investigación, el experimento es la materialización en la concepción y realización de un proyecto. Mediante el experimento se llegará a conocer si todo lo planificado, en base a un riguroso estudio teórico-referencial, conducirá a una solución a la antes hallada por otros investigadores, o probar que una teoría nueva ha surgido. En última instancia, todo depende del tipo de investigación que se lleve a cabo: básica o aplicada.

¿Pero, ..., por dónde comenzar? ¿Cuáles son los pasos lógicos que permiten llegar a un final feliz, o al menos estructurado y sistémico, antes de llegar a la importante fase de la experimentación, especialmente en el campo de las ingenierías, medicina, etc.?



Fig. 2. Representaciones esquemáticas en referencia a las dudas y al amplio universo de interrogantes y posibles caminos a transitar en el comienzo de toda investigación científica.

Fuente: Navarro *et al* (8)

Navarro (2), citando a Maldonado (18), refiriéndose a los métodos y técnicas, puntualiza:

Metodología de la Investigación Científica: ¿Qué significa?

Se podría hacer una larga lista de definiciones sobre la misma, no obstante, resultan muy adecuadas las siguientes definiciones de González *et al* (3): “Conjunto

de principios, categorías y leyes de diferente nivel que permiten orientar los esfuerzos de la investigación hacia el conocimiento de la verdad objetiva, con un máximo de eficiencia” (p.11) y de Saravia Gallardo (4):

La investigación científica es por su naturaleza un conocimiento de tipo instrumental es un saber hacer con el conocimiento disciplinar para producir ideas -constructos nuevos, modelos teóricos, procesos de innovación, en definitiva, evidencia teórica y empírica que con tribuya a una mejor comprensión de la realidad y facilite la detección y resolución de problemas concretos (p.2).

Mientras, que, Galán Amador (5) puntualiza: “Las etapas claves en el proceso de investigación son: la observación, descripción, explicación, predicción y control”.

En el trabajo “La Metodología de la Investigación Científica: herramienta y ciencia en la elaboración y ejecución de un proyecto de investigación”, Navarro, *et al* (6), plantean:

La Investigación Científica está encaminada a profundizar el conocimiento de un proceso ya sea teórico, práctico o teórico-práctico, parte del conocimiento científico y lo lleva a la solución de problemas de la sociedad que de una forma u otra no han sido investigados o su investigación se ha conducido en otra dirección. La Investigación Científica surge de la necesidad del hombre de dar solución a los problemas más acuciantes de la vida cotidiana, de conocer la naturaleza que lo rodea y transformarla en función de satisfacer sus intereses y necesidades. El carácter de la investigación científica es creativo e innovador aplicando lo último del conocimiento científico (p.2).

Pero, la reflexión, entorno a esta problemática, requiere un mayor grado de profundidad en su análisis, y sería bueno retornar a aseveraciones e interrogantes iniciales, a través de estos mismos autores:

El problema existe independientemente posea o no solución; no se fabrica, solo existe. Con frecuencia se observa, en algunos investigadores noveles, la dificultad en concebir un correcto diseño de su investigación” (1). Y, no resulta nada extraño escuchar preguntas tales como: ¿Cómo y dónde encontrar un buen problema de investigación?; ¿Qué es una Situación Problemática?; ¿Cuáles son los pasos que debo ejecutar durante el desarrollo de un proyecto de investigación?; ¿Por qué, en ocasiones, se hace difícil determinar el objeto y el campo de la investigación?; ¿Cómo determinar la hipótesis?; ¿En qué radica su importancia estratégica?; ¿Cuáles métodos utilizar durante el desarrollo de la investigación?; ¿Qué es el marco teórico de la investigación; cuáles son sus funciones?; ¿Es solamente procesar bibliografía?; en fin, ¿Cómo determinar un buen diseño experimental que responda, de forma precisa, a la(s) hipótesis?; ¿Por qué muchos aún no alcanzan a ver el papel rector de un adecuado diseño durante el desarrollo de un proyecto de investigación? (p.2).

## 1.2 Los Cuatro Momentos Esenciales en toda Investigación Científica

Todo Proyecto de Investigación Científica indefectiblemente posee Cuatro Momentos Esenciales durante su ejecución (7), poseyendo su punto de partida en la necesidad de dar solución parcial o total a un problema real demandado por la sociedad. La Fig. 3 representa gráficamente la conceptualización de estos cuatro momentos esenciales en toda investigación científica.

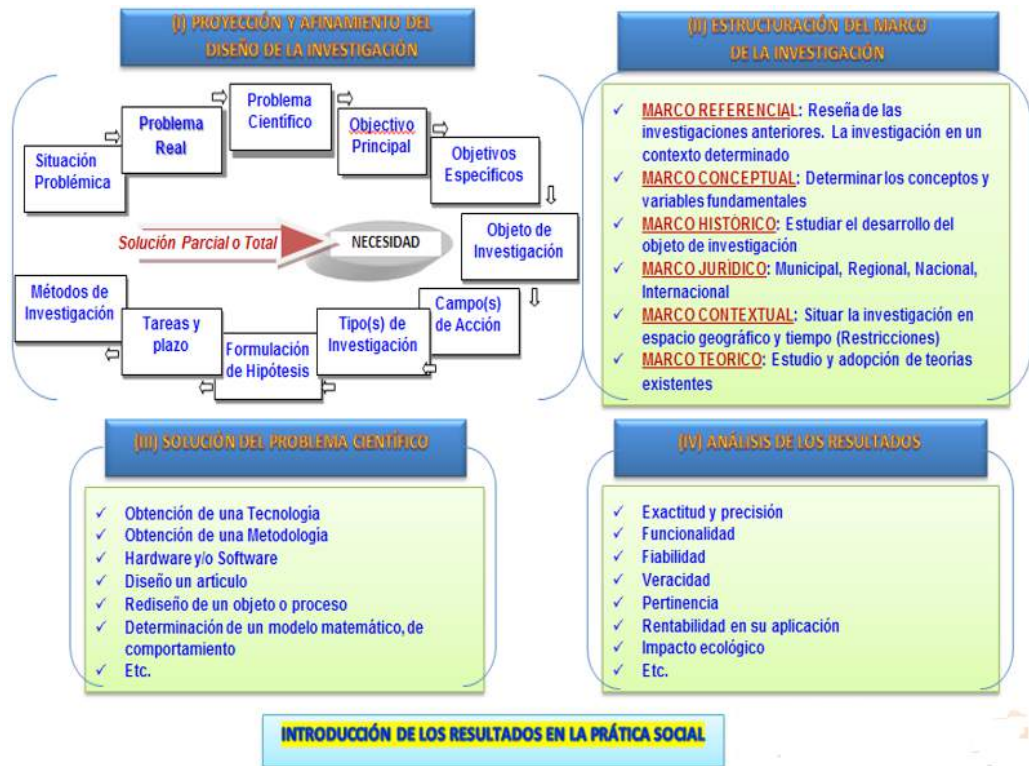


Fig. 3. Los cuatro momentos esenciales en una investigación.

Fuente: Navarro, et al, (8).

En la primera sección de la Fig. 4 se presenta una representación gráfica de los diferentes elementos que conforman el Diseño de una Investigación Científica. La relación sistémica que deben guardar los mismos, los hacen elementos concatenados en una estrecha y necesaria correspondencia biunívoca: Problema Real-Problema Científico-Objetivos-Objeto-Campo de Acción -Métodos-Tipo-Hipótesis y Resultados de la Investigación.

En este contexto, es imprescindible poseer una clara definición de los problemas real –existe, la mayoría de las veces, independientemente de la voluntad del hombre-, y científico –vía de solución, que direccionan propósitos y metas en dependencia de los recursos disponibles -humanos, financieros y materiales y

el estado de la técnica y la tecnología en cada etapa histórica de desarrollo. No menos importante es el segundo recuadro, donde se buscan las raíces, la génesis, y el desarrollo del objeto de investigación -parte referencial-, y el sustento científico de la misma –las teorías-, en el marco teórico. Y ya, poseyendo un planteamiento claro del problema, con un grado de estructuración adecuado del diseño de la investigación, el cual se irá afinando dialéctica y constantemente a lo largo de todo proceso de investigación-, y conociendo las referencias y teorías que avalan la solución del problema, es posible pasar a los importantes pasos tres y cuatro; donde se culmina todo el proceso, con la solución del problema –díga-se hallar una metodología, o una tecnología de diseño o rediseño de una pieza, maquina, equipo o proceso, o un modelo físico o matemático, etc.: validación de la hipótesis o respuesta a las preguntas de investigación, y el posterior análisis de los resultados: donde se compara la solución obtenida con lo planteado por la literatura consultada (20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29).

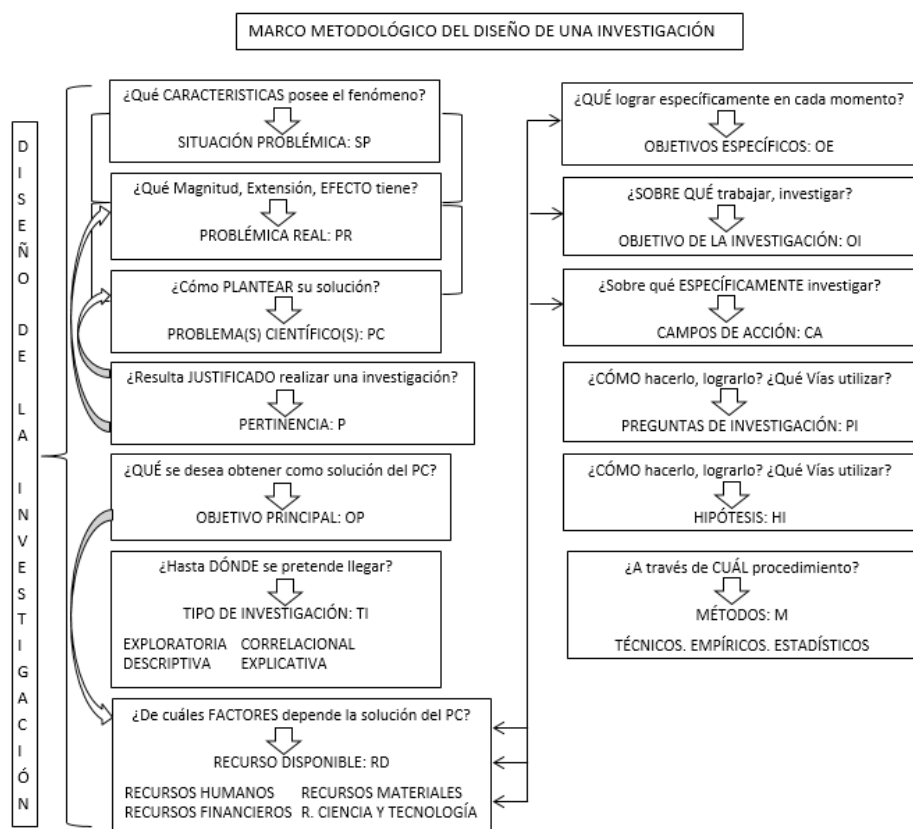


Fig. 4. Representación esquemática de los eslabones que conforman el Diseño de una investigación

Fuente: Navarro, *et al*, (8).



## 2. Materiales y métodos

La concepción y desarrollo de este trabajo, teniendo como línea central las anteriores interrogantes, se circunscribió en el análisis detenido de los diferentes aspectos metodológicos que debe observar toda investigación científica. Se presenta, de forma simplificada, el curso lógico de todo el proceso investigativo, enmarcándolo en cuatro momentos esenciales, según coinciden muchos autores, especialistas de esta materia (3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 19), entre otros. A continuación se ampliarán los dos primeros momentos. Ejemplos en la explicación de cada aspecto ayudarán a la mejor comprensión de este objetivo.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 *Valoración de algunos de algunos de los más importantes elementos en la concepción del Diseño de la Investigación*

“Todo parte del imperativo de dar solución a un problema real que, en la mayoría de las veces, con independencia de la voluntad del hombre, ¡existe!; esperando ser resuelto por éste; cuya rapidez de solución, entre otras cosas está directamente relacionado con la urgencia que ésta demanda” (8).

¿El Problema Real,.....?, ¿Cómo reconocerlo?, ¿Qué lo caracteriza?, ¿Cuáles son sus principales atributos?

“El Problema Real indefectiblemente parte de una Situación Problemática; se circunscribe en ella; ella lo modela, lo conforma. En torno a este controvertido tema, existen muchas similitudes conceptuales, aunque no se defina, por lo regular, el problema inicial (punto de partida de toda investigación), como Problema Real” (8).

Navarro (8), citando a Padrón (14), en su trabajo, “Qué es un Problema de Investigación”, hace un interesante recorrido sobre este poco citado término –como Problema Real-, a través de diferentes autores: “Problema es un procedimiento dialéctico que tiende a la elección o al rechazo o también a la verdad y al conocimiento (Aristóteles)...El Problema o la proposición problemática es una proposición principal que enuncia que algo puede ser hecho, demostrado o encontrado (Jungius)... Por problema los matemáticos entienden las cuestiones que dejan en blanco una parte de la proposición (Leibnitz)... Problema es una proposición práctica demostrativa por la cual se afirma que algo puede o debe ser hecho (Wolff)... Problemas son proposiciones demostrativas que necesitan pruebas o son tales como para expresar una acción cuyo modo de realización no es inmediatamente cierto (Kant)... Problema es el desacuerdo entre los pensamientos y los hechos o el desacuerdo de los pensamientos entre sí (Mach)... La situación no resuelta o indeterminada podría llamarse situación “problemática”; se hace problemática en el momento mismo de ser sometida a investigación. El resultado primero de la

intervención de la investigación es que se estima que la situación es problemática (Dewey)... Problema es la conciencia de una desviación de la norma (Boas)... Problema es cuando dos más dos no son cuatro (Warren Goldberg)... Problema es una oportunidad vestida con ropa de trabajo (Henry J. Kaiser).

Pero, una cosa bien distinta es el Problema Real y otra el Problema Científico: el primero es la necesidad de solucionar algo que directa o indirectamente afecta la sociedad; el segundo es la vía, la forma, que se plantea la sociedad para llegar a solucionarlo parcial o totalmente, en el mejor de los casos. Axiomáticamente, sin la existencia del primero el segundo jamás llegaría a contextualizarse (8).

‘El problema científico conduce a la formulación del anteproyecto de la investigación, por lo tanto, da origen a la investigación, motiva la predicción de nuevas situaciones y la transformación de la realidad para mejorar la calidad de vida de los involucrados en el mismo’ (Ernesto Hernández)... ‘Si no tienes un problema, entonces no necesitas un proyecto. Los proyectos son acontecimientos para resolver problemas’ (Anthony Davies) (7).

### 3.1.1 Situación problémica

Realmente, resulta interesante observar cómo, una cantidad nada despreciable de trabajos de investigación, ya sean sencillos trabajos de titulación, u otros de mayor alcance, como los de maestría y algunos de doctorado, no logran explicar adecuadamente la Situación Problemática de su investigación, de forma clara y sencilla. Y, este aspecto, es de medular importancia, pues se hace necesario tener un conocimiento previo de tantas aristas como puedan percibirse del problema: necesidad de su solución; de su impacto económico, técnico, tecnológico, científico, etc. Igual dificultad se observa en la conceptualización del problema real y el propuesto cómo de investigación; por último, y no menos importante, entre la relación dialéctica indiscutible existente entre el objeto de investigación y el (los) campo(s) de acción. Divagar, no precisar, no puntualizar las características o cualidades positivas o negativas inherentes al fenómeno objeto de estudio, jamás permitirá concebir el adecuado diseño de su investigación.

Este primer paso es muy importante, decisivo, pues logra ir situando al investigador en el vórtice del problema. Este conjunto de características dan como resultado, finalmente, la determinación del mismo en su real dimensión; a la par que permite la formulación del problema de investigación –que pueden ser varios, en dependencia de la complejidad del primero.

### 3.1.2 El Problema Real y el Problema Científico

¿Cómo se redactar un problema científico?

En muchas oportunidades, la llegada de aquel momento en que se debe pensar en cómo elaborar un trabajo final (ya sea de grado, máster o doctorado) siempre susci-

ta una serie de sentimientos encontrados que, básicamente, giran en torno al temor o rechazo ante el abordaje del trabajo propiamente dicho. Sin embargo, muchas veces el desconocimiento hace que nos paralicemos ante lo que se debe hacer des-cuidando un factor primordial: el tiempo de elaboración de dicho trabajo y, desde luego, el método para hacerlo (7, 8).

En referencia al vocablo o concepto “método”, no resulta obvio hacer una breve acotación según lo define Ander-Egg, citado por Cortes e Iglesias (15): “Es importante aprender método y técnicas de investigación, Pero sin caer en un fetichismo metodológico. Un método no es una receta mágica. Más bien es como una caja de herramientas, en la que se toma lo que sirve para cada caso y para cada momento” (p.6).

Algunos investigadores, en determinados casos, no logran ver, desentrañar, ¿quién es el todo y quien la parte? Y en este contexto, sería bueno preguntarse: ¿Qué circunstancias determinan el problema, el problema real? ¿Es creado éste por el hombre, o son las propias circunstancias naturales o sociales las que dan lugar al mismo?, ¿Por qué se puede afirmar que el problema real es singular, mientras que el problema científico o de investigación puede ser multifacético, y al mismo tiempo guardar siempre –cuando está correctamente enunciado- una relación de dependencia con el primero?

Hasta aquí, es oportuno puntualizar lo siguiente: La diferencia conceptual que se puede establecer entre el problema “real” y el (los) problema(s) de “investigación”, se resume en que: mientras uno existe, casi siempre independientemente de la voluntad del hombre, el otro solo aparecerá si se inicia una investigación; sea ésta la más elemental: la exploratoria (búsqueda de las manifestaciones del fenómeno), o aquellas otras de mayor alcance y progresiva complejidad, tales como: la descriptiva (que reconoce las variables que intervienen), la correlacional (que se establece la dependencia entre las variables) o la explicativa (cuyo propósito es desentrañar la relación causa efecto; llegar hasta la esencia causal del fenómeno).

El problema real puede estar en cualquier parte: fábrica, escuela, universidad, instituto de investigación, etc. Es un problema que de forma directa, o indirectamente, siempre estará situado en el contexto social. Tal y como se afirmaba anteriormente, solo existe, como la propia latencia de su solución, ya sea a corto, mediano o largo plazo.

Pero, ante todo, se debe precisar que el problema debe expresar la relación entre dos o más variables

¿Qué causas provocan la aparición de Liisteriosis?: zoonosis poco frecuente en humanos, pero extremadamente grave -“Infección grave generalmente causada por el consumo de alimentos contaminados con la bacteria *Listeria monocytogenes*. Se estima que 1600 personas contraen la liisteriosis cada año y que aproximadamente

260 mueren por la enfermedad”. “Las verduras, las carnes y otros alimentos pueden resultar infectados con la bacteria si entran en contacto con suelos o estiércol contaminado. La leche cruda o los productos hechos de ella pueden portar estas bacterias” (8, 20, 28, 29)-. Las anteriores aseveraciones determinan la relación causa-efecto en la aparición de la enfermedad. En la Fig. 5, se muestran algunos de los principales tipos de alimentos, en los cuales, si no se observan buenas prácticas de manufactura, pueden ser propiciadores en contraer esta peligrosa enfermedad, que, si bien presenta una baja morbilidad, contrariamente ocurre con la mortalidad.



Figura 5. Diferentes tipos de alimentos que pueden ser portadores de la bacteria *Listeria monocytogenes*

Fuentes: <http://fenil.org/galeria-de-imagenes-de-lacteos/>; <https://pixabay.com/es/productos-c%C3%A1lidos-salchicha-664535/>

Un hecho muy recurrente es observar que algunas investigaciones inician con preguntas demasiado generales que no conducen a una investigación concreta; p.ej. ¿Cómo influye la fricción en los sistemas tribológicos? Es tan general que no se sabe si la fricción pudiera ser un evento favorable o desfavorable: Frenos – Desgaste de las zapatas-, en las transmisiones por engranes, correas y poleas, en los cojinetes de rodamiento y/o deslizamiento, etc. El ejemplo de la combinación: frenos – desgaste de las zapatas en el sistema de frenado de una máquina autopropulsada, exhibe las dos posibilidades. En la Fig. 6, se presentan algunos de los sistemas tribológicos mayormente utilizados en la Industria Mecánica.



Figura 6. Sistemas tribológicos donde está presente el fenómeno fricción-desgaste.

Fuentes: Navarro *et al* (30).

Otra cosa resultaría, si en el enunciado del problema científico, se busca un mayor grado de precisión. El siguiente ejemplo permite ver, como, a través de preguntas iniciales, se puede llegar a tal grado de precisión, en el problema planteado. Problema científico planteado inicialmente: ¿Qué lubricantes son los mejores para la lubricación de los sistemas tribotécnicos? Como se puede constatar, que es tan general que no se puede delimitar: para cuales sistemas tribotécnicos, con

qué exigencias de funcionamiento, bajo qué condiciones ambientales, bajo qué condiciones de explotación, etc.?

Ah!, pero si se formula: ¿cómo influyen en el recurso o vida útil, de las transmisiones helicoidales de los puentes propulsores automotrices, la aplicación de aceites de transmisión EP, en relación a los aceites MP?, ¡entonces, usted estaría definiendo claramente su pregunta de investigación!

### *3.1.3 Enunciado de los Objetivos general y Específicos*

No resulta obvio puntualizar que el objetivo general de la investigación, si bien esta direccionado hacia la solución del Problema Real, tributa directa e indefectiblemente al Problema Científico. Aquí no puede haber confusión, pues, en muchos casos, la solución que brinda la investigación a través de un determinado Problema Científico (no debe olvidarse el papel que juegan los recursos en el enunciado del Problema Científico y su Objetivo a alcanzar) solo significa un pequeño porcentaje de solución total del Problema Real. Ejemplos sobran en tal afirmación. Inclusive, una investigación puede cumplir al 100% sus objetivos planteados, cuando apenas ha llegado a los estudios iniciales del Problema Real (p.ej. la Investigación Exploratoria).

Los objetivos específicos deben ser enunciados cuidadosamente; de forma tal que con la consecución sistémica de cada uno de ellos conduzcan al logro del principal. Los objetivos específicos, en su formulación, deben ser claros, precisos, que no den lugar a dudar del posible logro; siempre guardando una estrecha relación con el alcance y recursos con que cuenta el investigador –“Se trata de un proceso caro desde todos los puntos de vista, de ahí que es menester obtener el nuevo conocimiento al menor costo posible”, Horsford (16); Cortes (15), citando a Oppenheimer enfatiza: “Investigar significa pagar la entrada por adelantado. Y entrar sin saber lo que se va a ver.” (p.6)

### *3.1.4 Interrelación Objeto de Investigación y Campo de Acción*

Bien!, ha quedado establecido el problema científico, ha sido enunciado; ahora debe precisarse el objeto y el campo de acción dentro de este proceso de afinación y estructuración de la investigación. Pero, antes de continuar, sería bueno preguntarse, ¿puede el campo de acción, en una determinada investigación, transformarse en objeto de investigación?; ¿cuándo puede ocurrir esto?; ¿qué propicia semejante fenómeno? ¿Es único el campo de acción dentro del problema real que se trata, o es un ente asombrosamente variado, según la complejidad y personas que intervengan en la solución del mismo?

Durante la descripción cronológica de cómo han sido abordados el objeto y el campo, Lanuez Bayolo (17), en el amplio mundo de las ciencias sociales, se pregunta: “¿Cuáles son los principales aspectos relacionados con el objeto y el cam-



po de investigación, que en el orden filosófico, psicológico, sociológico y pedagógico se deben considerar como fundamentación...”? Como puede observarse, es y resulta totalmente axiomática la necesaria derivación de diferentes campos de acción según la connotación del problema y su relación con el objeto de investigación. Todo lo cual fue posible a través del estudio inicial de las manifestaciones del fenómeno, en sus características e importancia; es decir, cuando fue llevado a cabo un estudio cuidadoso de la situación problemática, hasta determinar claramente el problema real y los caminos para su investigación y solución.

Se puede afirmar que, se presenta la misma relación dialéctica entre el objeto de investigación y el (los) campo (s) de acción y el problema real y el de investigación; siempre el segundo se subordina al primero; guardando una relación de dependencia del micro universo (campo de acción o problema de investigación) con su macro universo (objeto de investigación o problema real). Ello explica que, durante la solución de un determinado problema complejo, como lo podría ser la concepción de una nueva nave espacial, máquina agrícola, etc., existan diversos campos de acción, los cuales agrupan a diferentes especialistas trabajando cada uno en la solución de su propio problema de investigación. Además está decir, que todo debe funcionar como una integral por partes, debe existir una relación armónica entre todos los subsistemas o partes, en su estructura y funcionamiento. No basta con que un subsistema sea concebido de forma excelente, óptima, si no observa la indispensable y obligada dependencia con el todo. En la Fig.7, se muestra una máquina cosechadora en el campo y una vista de la máquina, mostrando sus diferentes subsistemas y partes constituyentes.

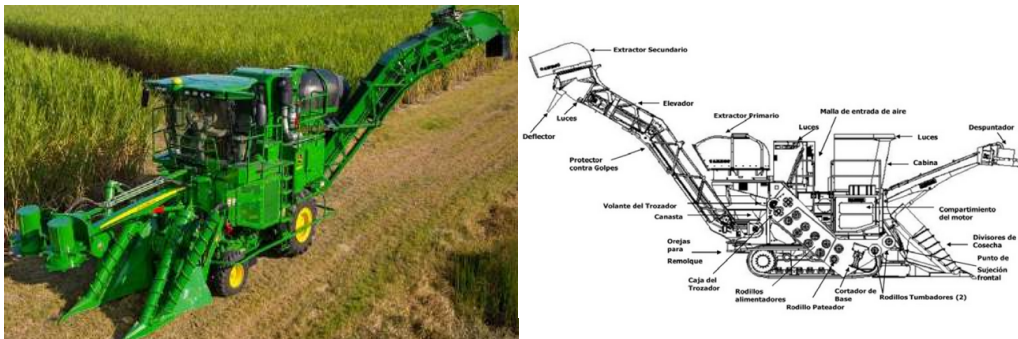


Figura 7. Máquina cosechadora de caña de azúcar en el campo, y su vista esquemática

Fuente: Navarro *et al* (8).

Hay una anécdota muy ilustrativa, que permite comprender muy bien lo anterior. Siendo Antonov -insigne constructor soviético de aviones- el ingeniero principal de la fábrica que construía los aviones derivados de su apellido y jefe del equipo de diseñadores, se le presentó en múltiples ocasiones la recurrente situación que partes de la nave; concebidas por sus grupos de trabajo -expertos diseñadores-, si bien presentaban magníficos diseños, no encajaban en su conjunto; pe., el diseño

de un excelente motor no era el apropiado para el ala concebida por otro equipo de trabajo. Hoy día la simulación computacional de procesos u objetos ahorra mucho tiempo en la concepción y armonía de partes y todo del producto final.

Se decía anteriormente, que existe una correspondencia biunívoca entre el objeto y el campo, entre el macro y el micro universo que representan (Un objeto no tiene que ser necesariamente un ente físico, como muchos creen, sino que el mismo puede ser una fórmula, un modelo, un software, etc.). Inclusive, de acuerdo a los objetivos programados, un campo de acción puede convertirse en objeto, que a su vez contendrá uno o más campos de acción. Diversos ejemplos pueden llegar a ilustrar lo anterior. Tómese p. ej. una máquina cosechadora como objeto de investigación y dirija su trabajo a su sección receptora -éste será el campo de acción-; pero si se toma este último como objeto de investigación, el campo puede ser el estudio de los discos de corte; al mismo tiempo los discos de corte pueden convertirse en objeto y las cuchillas en campo de acción para el diseño -cambio de su geometría o empleo de nuevos materiales-, o la evaluación de sus características técnico explotativas; o la determinación del módulo de repuesto de piezas -cuchillas- necesarias para una zafra, etc.

Otro ejemplo puede ayudar a comprender mejor esta relación de interdependencia del objeto y el campo. Tómese como objeto las articulaciones del cuerpo humano; que constituyen auténticos sistemas tribológicos, y donde pueden presentarse disimiles problemas. Las campos de acción pueden ser muy variados y exigir del concurso de muy diversos especialistas: unos pueden estudiar los problemas relacionados a la etiología de las enfermedades degenerativas o producidas por eventos traumáticos, otros dedicarse a su enseñanza u otros a su estructura y funcionamiento -pueden ser médicos, ingenieros, informáticos, etc.-, para la concepción -diseño y fabricación- de elementos plásticos tan necesarios en las artroplastias parciales y totales. En la Fig.8, pueden observarse diferentes ejemplos de artroplastias totales de cadera practicadas a pacientes con padecimientos incapacitantes en la articulación acetabular (cabeza femoral-acetábulo).



Figura 8. Diferentes vistas de artroplastias totales de cadera.

Fuente: Navarro, *et al*, (31).



Como puede observarse los problemas asociados a un objeto de investigación pueden exigir la intervención de muy diversos especialistas; cada uno de los cuales resolverá una parte del problema, que a su vez ese será su campo de acción. Ahora se puede establecer esta relación desde otro ángulo. Tómese como objeto de investigación las artroplastias -sustitución plástica de una parte de un miembro: reemplazo parcial o total de la articulación, a través del implante de una prótesis- totales, y como campo de acción el estudio y aplicación en el hombro, la cadera y la rodilla. Como puede observarse hay tres campos de acción diferentes. Es evidente que para cada tipo de artroplastia se presentarán particularidades manifiestas; desde la especialización de los propios cirujanos en cada caso, hasta las prótesis mismas utilizadas. Siguiendo la misma dialéctica del pensamiento, en este caso, cada articulación se convierte en objeto y sus diferentes problemas a enfrentar en sus respectivos campos de acción.

Resultaría conveniente, ver, a través del siguiente ejemplo, la interrelación que existe en los enunciados del problema, el objeto y el campo. *Problema de Investigación*: Problemas de abastecimiento de piezas de repuesto para las reparaciones operativas y profilácticas de las máquinas cosechadoras de cereales; *Objeto de estudio*: Abastecimiento de piezas de repuesto; *Campo de acción*: Abastecimiento de piezas de repuesto para las reparaciones operativas y profilácticas de las máquinas cosechadoras de cereales.

### 3.2 El Marco Teórico-Referencial de una investigación

El muy controvertido y no siempre bien concebido y estructurado Marco Teórico-Referencial. Éste, sin lugar a dudas, constituye el sustento de toda investigación científica; ya que el mismo propicia al investigador del conocimiento sobre antecedentes y teorías que le permiten, en la mayor de las veces, dar solución al problema de investigación. Según Morone (18): “El marco teórico es un conjunto de explicaciones y enunciados del cual surgirá la hipótesis” (p.3).

Precedido el conocimiento de las definiciones y funciones del Marco Teórico Referencial, Navarro *et al* (8) hacían la siguiente reflexión:

Ya se conocen su definición, sus funciones y etapas. Pero... “¿Se sabe realmente cómo manejar este importante concepto en su basta concepción y alcance?”, “¿Se sabe estructurar correctamente todos los niveles de dependencia teóricos derivados del problema científico objeto de nuestra investigación?”, “¿Se conoce una forma simple de ir direccionando la búsqueda de la bibliografía?”, “¿Se sabe construir correctamente el esquema de un Marco Teórico?” si la respuesta fuera afirmativa, entonces: si se conocen todas estas cosas, ¿por qué se cometen tantos y muy lamentables errores durante su construcción? A continuación se presenta un ejemplo de cómo construir el esquema de un Marco Teórico.

### 3.2.1 Etapas en la construcción del marco Teórico-Referencial.

Existen dos etapas muy bien definidas en la construcción del Marco Teórico o Teórico-Referencial: 1ro.- La revisión de la literatura y 2do.- La adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica.

Son dos etapas que están imbricadas mutuamente, pues sin la primera no puede resultar la segunda. Solo cuando se procede con una profusa revisión de la literatura, siguiendo la lógica sistema de consulta de las fuentes: primarias (libros, artículos científicos, videos, conferencias, bases de datos, etc.), secundarias (Compilaciones, resúmenes, listados de referencia) y terciarias (documentos que compendian fuentes secundarias, tales como: catálogos de libros básicos que contienen referencias y datos bibliográficos, etc.), se puede llegar a obtener el conocimiento necesario que permitan contextualizar la investigación y armarse de las teorías que posibiliten la solución del problema.

### 3.2.2 ¿Cómo se construye el marco Teórico- Referencial?

Pueden darse diversas situaciones, según el problema haya sido estudiado en un mayor o menor grado. Según Dankhe (citado por Hernández Sampier (9), al revisar la bibliografía se pueden establecer los siguientes casos: Que *exista una teoría completamente desarrollada* (con abundante evidencia empírica, aplicable al problema de investigación); Que se cuente con *varias teorías* que se aplican al problema de investigación; que solo hay *“piezas trozos” de teoría* (con apoyo empírico moderado o limitado y que se aplican al problema de investigación); y, finalmente, *que solamente existen guías aún no estudiadas e ideas vagamente relacionadas* con el problema de investigación.

Si es el caso de poseer una o varias teorías que permitan la solución del problema, se puede tomar una como principal y las demás como complementarias.

Solo bastaría poner un ejemplo para comprender lo anterior. Cada año se diseñan motores de combustión interna (para el transporte terrestre, marítimo y/o aéreo) que pretenden un mejor aprovechamiento de la potencia y con una estructura que posibilitan un funcionamiento y una vida útil más elevada. Teorías para alcanzar tal propósito existen muchas: termodinámicas, tribológicas, diseño concurrente, del tipo y resistencia de materiales, etc.; la gama es muy amplia, inclusive en cada una de las citadas anteriormente; por solo citar las teorías tribológicas, se pudieran enunciar las referidas a la fricción, al desgaste y a la lubricación; y aquí se abriría un amplísimo diapason de otras sub-teorías; pero todas ellas, en un mayor o menor grado deben ser consultadas, revisadas; tomar las más importantes como principales y las demás como complementarias, según sea el rumbo u objetivo de la investigación; y todo ello sin mencionar los portentosos aportes hechos, en el campo de la Física por Newton: “Tres principios a partir de los cuales se explican una gran parte de los problemas planteados en mecánica clásica,

en particular aquellos relativos al movimiento de los cuerpos” (32), Arquímedes: “Famoso por el descubrimiento de la ley de la hidrostática, también llamado *principio de Arquímedes*, que establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una pérdida de peso igual al peso del volumen del fluido que desaloja” (33)-, y Einstein: “La teoría de la relatividad, punto de partida de la física moderna.” (34); así como lo fueron también los aportes hechos por Lomonosov: “Logró abarcar en su obra las principales ramas del conocimiento humano de la época, plantear los problemas fundamentales y entender más profundamente los fenómenos todavía sin estudiar en su época” (35) y Mendeleiev: “Su principal logro investigador fue el establecimiento del llamado sistema periódico de los elementos químicos, o tabla periódica, gracias al cual culminó una clasificación definitiva de los citados elementos” (36).

#### 4. Conclusiones

El presente trabajo ha pretendido presentar, de forma muy simplificada, el razonamiento lógico por el que debe transitar todo aquel que inicie y desee desarrollar una investigación. Solo se ha expuesto el camino, pues los aspectos específicos y profundidad temática en la amplia terminología en el campo de la metodología de la investigación científica, se pueden encontrar en muy variadas publicaciones de prestigiosos autores.

El hombre ve hasta donde conoce, y tal y como decía Malcom X, solo siguiendo un camino estudiado, bien planificado, en la mayor cantidad de sus detalles, le permitirá ver más lejos; y en este contexto, la concepción de un adecuado diseño de la investigación le ahorrará tiempo y el concurso de valiosos recursos financieros, materiales y humanos.

#### Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses por parte de los autores.

#### Referencias

1. ¿Qué es la Metodología de Investigación Científica? Recuperado de: <https://respuestas.tips/que-es-la-metodologia-de-investigacion-cientifica/>.
2. Rojas, Víctor M. 2011. Metodología de la Investigación. Diseño y ejecución. Ediciones de la U. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://clases.ugb.edu.sv/multimedia/Victor%20Miguel%20Nino%20Rojas%20metodologia.pdf>.
3. González Castellanos, Roberto A., Yll Lavín, Mario, Curiel Lorenzo, Lilian D. 2003. Metodología de la Investigación Científica para las Ciencias Técnicas (1ra Parte): Diseño y Formulación del Proyecto de Investigación. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Cuba. Recuperado de: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.disenio\\_teorico\\_y\\_formulacion\\_proyecto\\_investigacion.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/metodologia_de_la_investigacion.disenio_teorico_y_formulacion_proyecto_investigacion.pdf).
4. Saravia Gallardo, Marcelo Andrés. (sf) Metodología de Investigación Científica: Orientación metodológica para la elaboración de proyectos e informes de investigación. Recuperado de:

- [https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/metodologia\\_investigacion-cientifica\\_marcelo-saravia.pdf](https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/metodologia_investigacion-cientifica_marcelo-saravia.pdf).
5. Galán Amador, Manuel. 2018. Guía Metodológica para Diseños de Investigación. Recuperado de: <http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html>.
  6. Navarro Ojeda, Marcelo, et al. 2017. La Metodología de la Investigación Científica: herramienta y ciencia en la elaboración y ejecución de un proyecto de investigación. IV Congreso ESPOCH. Semana de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación y el Emprendimiento.
  7. Navarro Ojeda, Marcelo. 2009. Revista CTA. ¿Cuáles son los cuatro momentos esenciales a tener en cuenta en toda investigación científica? Volumen 18, número 4, pp. 79-81. Formato papel: ISSN-1010-2760, versión electrónica: ISSN-2071-0054F.
  8. Navarro Ojeda, Marcelo, et al. 2016. Reflexiones sobre la Metodología para la Elaboración de un Proyecto de Investigación Científica. Seminario internacional en Ingeniería en Industrias Pecuarias de la Facultad de Ciencias Pecuarias: FCP. ESPOCH. 5-9/12/2016.
  9. Hernández Sampier, Roberto. Metodología de la Investigación Experimental. 6ta ed. Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México D.F. 2014.
  10. Cruz, Silvia. Metodología de la Investigación. Universidad de Oriente Septiembre/1998. 17 p.
  11. Córdova Martínez, Carlos. Consideraciones sobre Metodología de la Investigación. Universidad de Holguín, Centro de estudios sobre Cultura e Identidad. Julio/2007. 105 p.
  12. Lewis P., James. Las Claves de la Gestión de Proyectos. España. Ediciones Gestión 2000. ISBN: 9788480884693. Recuperado de: <https://www.casadellibro.com/libro-las-claves-de-la-gestion-de-proyectos/9788480884693/968244>
  13. Padrón, J. Chacín, M. y Padrón, J.: 1996. Qué es un Problema de Investigación. Investigación-Docencia, Temas para Seminario. Caracas: Publicaciones del Decanato de Postgrado de la USR. Recuperado de: <https://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/Que%20es%20un%20Problema%20de%20Investigacion.pdf>
  14. Cortés Cortés. Manuel E., Iglesias León, Miriam. 2004. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Colección Material Didáctico. Universidad Autónoma del Carmen. Campeche, México. Recuperado de: [http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf).
  15. Horsford Rubén, Bayarre Héctor. Métodos y Técnicas aplicados a la Investigación en Atención Primaria en Salud: Metodología de la Investigación Científica (Parte II). Recuperado de: <http://files.sld.cu/issn/files/2009/02/curso-metodologia.pdf>.
  16. Lanuez Bayolo, M. et al. 2006. Metodología de la Investigación educativa. Maestría en Educación. Instituto latinoamericano y Caribeño. Universidad Bolivariana de Venezuela. Caracas. 114 p.
  17. Morone Guillermo. (sf). Métodos y técnicas de la investigación científica. Recuperado de: [http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/metodologias\\_investigacion.pdf](http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/metodologias_investigacion.pdf)
  18. Maldonado José Á. 2015. La Metodología de la Investigación (Fundamentos). Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/la-metodologia-de-la-investigacion/#pf26>
  19. Carrasco García, José E. 2003. Notas de Clase para la auto-preparación sobre conceptos básicos de los elementos componentes del diseño de la investigación y generalidades del diseño del experimento. Ciudad de La Habana. 220 p.
  20. Navarro Ojeda, Marcelo. 2008. Ciclo de conferencias sobre Metodología de la Investigación Experimental, del Programa de Doctorado Curricular, impartido en el Instituto Universitario Experimental de Tecnología de la Victoria, Edo Aragua. República Bolivariana de Venezuela. 162 p.
  21. Rodríguez Manuel. 2014. La ciencia, el método y las técnicas de investigación. Recuperado de: <https://metodologiasdelainvestigacion.wordpress.com/2014/09/06/la-ciencia-el-meto>

- do-y-las-tecnicas-de-investigacion/.
22. Galán Amador, Manuel. Guía Metodológica. 2016. Guía metodológica para diseños de investigación. Recuperado de: <http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html> .
  23. Cortés Cortés, Manuel y Miriam Iglesias León. 2004. Generalidades sobre la metodología de la Investigación. Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen, Campeche, México. Recuperado de: [http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf)
  24. Bernal César. 2010. Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 3ra ed. 320 p. Prentice Hall. México. Recuperado de: <http://eva.sepyc.gob.mx:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASHe5b1.dir/11050004.pdf>
  25. Metodología de la Investigación: mitos y realidades. 2016. Recuperado de: <https://www.ui1.es/blog-ui1/metodologia-de-la-investigacion-mitos-y-verdades>.
  26. Llanio Martínez, Giraldo; Carlos Peniche Covas y Mariano Rodríguez Pendás. 2008 “Los Caminos hacia el Doctorado en Cuba”. MES Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria. ISBN 978-959-16-0663-1. 30 p.
  27. Córdova, M. C. 2007. Consideraciones sobre Metodología de la Investigación. Universidad de Holguín, Centro de estudios sobre Cultura e Identidad. 105 p.
  28. Listeriosis. CDC. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/spanish/listeria/index.html>.
  29. Listeriosis. MedilinePlus. Recuperado de: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001380.htm>
  30. Navarro Ojeda, Marcelo, et al. 2017. Software para el cálculo de las pérdidas de potencia por fricción en transmisiones mecánicas: FRIX-2016. Congreso Internacional sobre Ingeniería Mecánica. ESPOCH.
  31. Navarro Ojeda, Marcelo, et al. 2009. Multimedia sobre la artroplastia parcial y total de hombro, cadera y rodilla, para estudiantes y profesores de los cursos de pre y postgrado de ortopedia, médicos asistenciales e ingenieros diseñadores de prótesis articulares internas. Congreso Virtual de Gestión de Información en Salud. Recuperado de: <http://gis2009.sld.cu>.
  32. Leyes de Newton. 2018. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_de\\_Newton](https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Newton)
  33. Arquímedes. 2018. Biografías y Vidas. La enciclopedia Biográfica en línea. Recuperado de: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/arquimedes.htm>
  34. Albert Einstein. 2018. Biografías y Vidas. La enciclopedia Biográfica en línea. Recuperado de: <https://www.biografiasyvidas.com/monografia/einstein/>
  35. El legado científico de Mijaíl Lomonósov. 2018. Rusopedia. Recuperado de: [http://rusopedia.rt.com/ciencia\\_y\\_tecnica/inventos/issue\\_226.html](http://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/inventos/issue_226.html)
  36. Dmitri Ivanovich Mendeléiev. 2018. Biografías y Vidas. La enciclopedia Biográfica en línea. Recuperado de: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mendeleiev.htm>.

# PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MÉDICAS BASADO EN INTENSIFICACIÓN MEDIANTE MÉTODOS DE HISTOGRAMA PARA DIAGNÓSTICO ASISTIDO POR COMPUTADORA

(PRE-PROCESSING OF MEDICAL IMAGES BASED ON  
INTENSIFICATION USING HISTOGRAM METHODS FOR  
COMPUTER-AIDED DIAGNOSIS)

María Fernanda Trujillo Guerrero\*, Vanessa Carolina Benavides Laguapillo

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional,  
Quito - Ecuador.

\*Correspondencia. Telf: 096 905 8399, Email: maria.trujillo01@epn.edu.ec  
maryfertg@gmail.com (M. F. Trujillo)

## RESUMEN

La imagen médica es la mejor técnica para visualizar el interior del cuerpo humano sin el riesgo de procedimientos invasivos; formando parte de implementaciones como sistemas de diagnóstico médico asistido por computadora, procedimientos clínicos como intervenciones o aplicaciones médicas sofisticadas por lo que su estudio se establece como un área dinámica de especialización dentro de la ingeniería biomédica. Para el desarrollo de estas implementaciones se debe recurrir al procesamiento de imágenes médicas que tiene el siguiente esquema: adquisición, pre procesado, segmentación y clasificación o diagnóstico. La adquisición de las diversas modalidades de imágenes ampliamente usadas en el campo biomédico presentan en su gran mayoría varios defectos que dan como resultado una baja calidad de la imagen, el mismo que debe ser solventado en la etapa de pre procesamiento donde se centra nuestro trabajo. Como parte del pre procesamiento trataremos la intensificación de la imagen con los métodos basados en el tratamiento del histograma mediante algoritmos desarrollados en Matlab, con la finalidad de reducir los efectos de una mala adquisición para que las etapas posteriores cuenten con una imagen de calidad con mejor contraste y que pueda arrojar resultados confiables en la detección de patologías o anomalías dentro de la imagen médica.

**Palabras clave:** *intensificación, histograma, ecualización, imágenes médicas, procesamiento de imágenes.*

## ABSTRACT

The medical image is the best technique to visualize the interior of the human body without the risk of invasive procedures; being part of implementations such as computer-aided medical diagnosis systems, clinical procedures such as interventions or sophisticated medical applications, so their study is established as a dynamic area of specialization within biomedical engineering. For the development of these implementations it is necessary to resort to the processing of medical images that has the following scheme: acquisition, preprocessing, segmentation and classifica-



tion or diagnosis. The acquisition of the various forms of popular images in the biomedical field presents in its great majority several defects that result in a low quality of the image, which must be resolved in the pre-work stage where our work is focused. As part of the previous treatment it deals with the intensification of the image with the methods based on the treatment of the histogram by algorithms in Matlab, with the purpose of reducing the effects of a bad acquisition for the later stages, with a quality image with better contrast and that can yield reliable results in the detection of pathologies or abnormalities within the medical image.

**Keywords:** *intensification, histogram, equalization, medical images, image processing.*

## 1. Introducción

Existen diversas modalidades de imágenes ampliamente usadas en el campo biomédico, entre las cuales están la imagen de resonancia magnética funcional (fMRI), tomografía computarizada (CT), ultrasonido, tomografía por emisión de positrones (PET), entre otras (1-2), por lo cual los conceptos de procesamiento de imágenes son muy utilizados para extraer información en la implementación de sistemas de diagnóstico médico asistido por computador (3-6). Cualquier procesamiento de imágenes conlleva una secuencia de pasos a seguir como se observa en la Fig. 1, los mismos que pueden ir variando en sus fases finales según la complejidad del problema y la exactitud de los resultados esperados, es así como en el proceso de diagnóstico mediante imágenes médicas generalmente sigue el esquema: adquisición, pre procesado, segmentación y clasificación o diagnóstico (8).

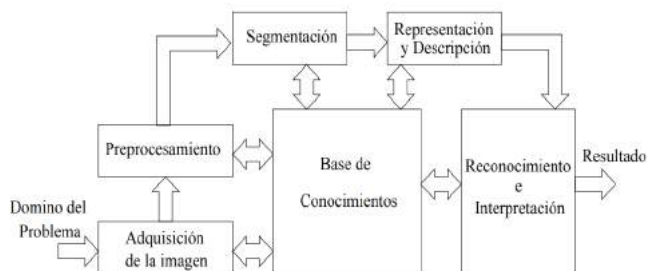


Fig. 1. Pasos fundamentales del procesamiento de imágenes (Gonzales et al., 2008) (7)

Partiendo de la adquisición de imágenes frecuentemente se presenta defectos como iluminación uniforme, rango dinámico pequeño, ruido de construcción, movimientos del paciente, entre otros, que en la gran mayoría de imágenes médicas dan como resultado un pobre contraste (8,9), por lo que la etapa de pre procesamiento se vuelve indispensable en la obtención de diagnósticos confiables al reducir los efectos de estas condiciones adversas que generalmente no pueden ser controladas en su totalidad (9).

La etapa de pre procesamiento parte de tener una imagen digital del tipo imagen de intensidad o imagen de nivel de grises formada por píxeles que tienen una posición definida por coordenadas (x,y) y un valor de intensidad que hace



referencia al nivel de gris del mismo. Otro concepto básico es la del histograma de niveles de gris  $h(z)$  de una imagen que no es más que la representación de la frecuencia de cada valor de gris  $z$  en la imagen y es una matriz unidimensional de  $L$  elementos que son el número de niveles de gris. Donde el eje horizontal representa los diferentes tonos de gris desde el negro puro (a la izquierda) al blanco puro (a la derecha) y el eje vertical representa el número de píxeles que contiene la imagen para cada tono representado en el eje horizontal (10-13).

A través del histograma de la imagen se pueden alterar ciertas características que ésta posee para mejorar su calidad, las más comunes son el brillo, el contraste y la obtención del negativo. De donde el contraste mide la diferencia de intensidades en los colores de una imagen, el aumento o disminución del contraste de una imagen se traduce como la compresión o expansión del histograma respectivamente (14,15).

Por lo antes expuesto el presente trabajo permitirá familiarizarnos con el pre procesamiento de imágenes aplicando la intensificación de la imagen y usando métodos basados en el tratamiento del histograma como se exponen en la sección 2, se podrá apreciar la mejora en la calidad de las imágenes al usar los distintos métodos que reducen los efectos de un mal contraste ocurrido en la adquisición mediante la experimentación y discusión realizada en la sección 3 y finalmente las conclusiones con las que ha contribuido el desarrollo de este trabajo en la sección 4.

## 2. Materiales y métodos

En el desarrollo de este trabajo se utiliza imágenes médicas como: angiografía de retina, TAC de pelvis y RM de cerebro, las mismas que han sido tratadas usando el software computacional MATLAB debido a su versatilidad, capacidad de procesamiento y la gran cantidad de librerías especializadas para el manejo de imágenes.

Dentro de los métodos basados en histograma para intensificación de imágenes encontramos filtrado del histograma, aumento del contraste y equalización del histograma. Los mismos que se detallaran a continuación para brindar el conocimiento de sus efectos y los comandos necesarios de su implementación. (16-20)

### 2.1 Filtrado del histograma

Con la finalidad de reducir la gran cantidad de puntos de fondo de la imagen que enmascara el resto del histograma impidiendo ver las variaciones de estructuras, se plantean dos posibles soluciones que se basan en la adquisición del histograma con la función `hist()` de MATLAB. La primera consiste en excluir los puntos cercanos a cero del histograma, para observar una mejor distribución de estos niveles de grises presentes en la imagen a costa de perder información concerniente

a tonos oscuros de la imagen. (21). La segunda manera es transformando el histograma a una escala logarítmica usando  $\log()$ , con lo que se obtiene una imagen en tonos más claros con respecto a la original y la nueva distribución de píxeles para cada uno de los niveles de grises mostrará más detalle de picos y tendencias, vale recalcar que para aplicar esta técnica se debe condicionar o eliminar el valor de cero de la imagen (22). imagen esta se observa con mayor definición pues modifica la escala de grises con lo cual la imagen se aclara y facilita la distinción de las diferentes estructuras dentro de la imagen. MATLAB nos presenta la herramienta `imtool` que hace uso de la función `imadjust`.

Existen dos tipos de ajuste: en el ajuste lineal se realiza el mapeo entre un rango de intensidad para cada píxel establecido de forma que los valores de la imagen de entrada menores a un umbral inferior se mapean al valor mínimo de la imagen de salida y los valores mayores a otro umbral superior se mapean al valor máximo de la imagen de salida como se observa en la Fig.2 (24,26).

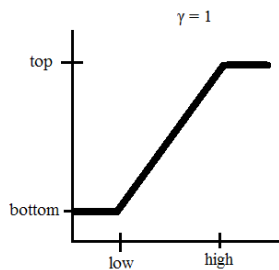


Fig. 2. Ajuste de contraste lineal (Gonzales et al., 1996) (5)

Para obtener un ajuste de contraste no lineal se debe considerar el factor gamma encargado de potenciar la imagen el mismo que si es menor a 1 provocará que la imagen sea más brillante debido a que intensifica los valores altos de salida, por el contrario si es mayor a 1 la imagen se oscurece debido a que la intensificación se realizó hacia los niveles bajos como se observa en la Fig. 3 (27,28).

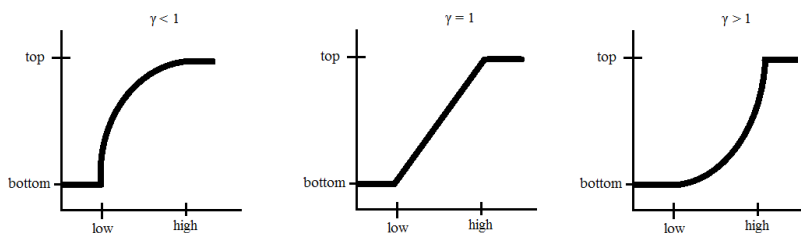


Fig. 3. Ajuste de contraste no lineal (Alegre et al., 2016) (4)

Es importante normalizar la imagen, ya que el punto más oscuro se vuelve negro y el más claro se convierte en lo más luminoso posible sin alterar su tonalidad, provocando un incremento en su histograma.

## 2.2 Ecuación del histograma

Es otra forma de aumentar el contraste de la imagen que consiste en realizar una transformación mediante la obtención de una imagen con un histograma de distribución uniforme, es decir mismo número de píxeles en cada nivel de gris. (5, 8) Para lo cual MATLAB presenta la función `histeq(im,nbins)`.

Otro tipo de ecualización del histograma de una imagen es la ecualización adaptativa, la cual limita regiones consecutivas del histograma y se usa para variar regiones pequeñas de la imagen donde se establece la cantidad de intervalos conocidos como `nbins` para el nuevo histograma (29,30).

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Filtrado del histograma

Para el caso de la aplicación del filtrado se ha seleccionado el cerebro y la retina al presentar pocas estructuras dentro de la imagen, las mismas que son objeto de estudio para la detección de anomalías. Es necesario contar con un buen contraste dentro de cada una con el fin de poder diferenciar una de otra estructura.

Partiendo de la Fig. 4 para analizar el histograma del cerebro y de la retina podemos observar que su distribución de niveles de grises no es uniforme, en tanto el histograma de la retina concentra sus valores de 60 a 140, el cerebro lo hace de 0 a 100 haciendo que la imagen de la retina sea más clara. Por otra parte la imagen de la retina tiene mayor cantidad de píxeles hacia el valor de cero o muy cercanos lo que genera una escala en el eje y desproporcional para visualizar el resto de valores creando dificultad para contrarrestar sus estructuras a diferencia de la imagen del cerebro.

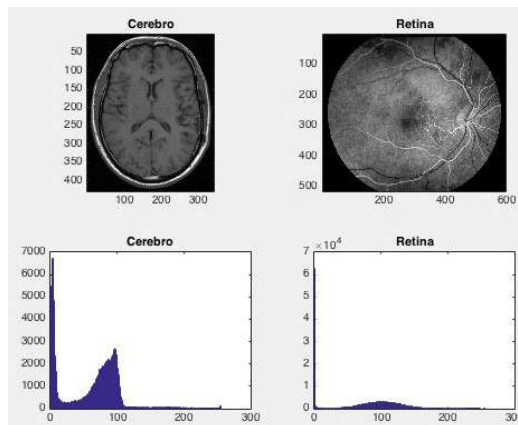
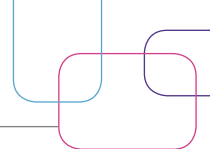


Fig. 4. Histograma de cerebro y retina.



Al notar la numerosa cantidad de puntos de fondo de la imagen que obstaculiza ver las diferentes estructuras, lo cual es más notorio en la retina, es así como para resolverlo se aplican las dos posibles soluciones descritas en la metodología. La primera consiste en excluir los primeros 60 valores de niveles de grises del histograma que corresponden al fondo de la imagen, con lo que se observa una mejor distribución de estos niveles de grises. (Fig. 5). El valor límites de 60 han sido obtenido heurísticamente para garantizar como antes lo citamos la menor pérdida de información y la diferencia entre estructuras.

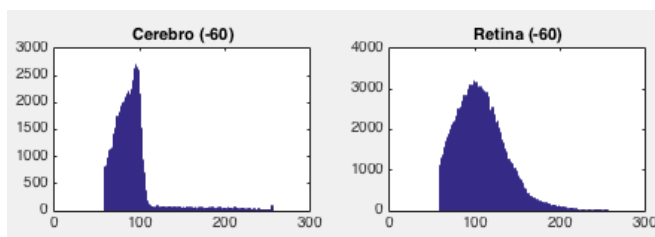


Fig. 5. Histograma del Cerebro y Retina suprimiendo los 60 primeros valores

Los valores obtenidos se pueden generalizar para las imágenes obtenidas en el mismo equipo de imagen desde el punto de vista técnico mas desde el punto de vista médico pueden ser afinadas por la experticia del médico imagenólogo.

En la Fig. 6 se aplica la segunda técnica de filtrado al transformar el histograma a una escala logarítmica, y podemos notar en el nuevo histograma que la tonalidad de la imagen es más clara con respecto a la original y su distribución de pixeles para cada uno de los niveles de grises muestra más detalle de picos y tendencias.

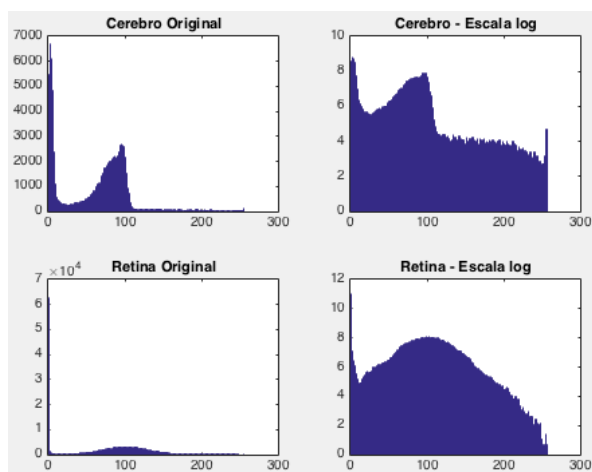
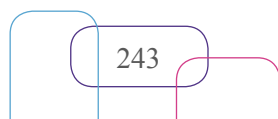


Fig. 6. Cambio de escala natural a logarítmica



### 3.2 Aumento del Contraste

Aplicando la técnica de aumento del contraste a la imagen de CT de la Fig. 7 que se encuentra en escala de grises y posee poco contraste debido al gran rango de visualización presentado, que está comprendido entre -32765 y 32767. Al modificar el valor de intensidad de entrada en el ajuste de contraste, se puede resaltar u ocultar estructuras dentro de la imagen mostrando el histograma de la imagen de CT por intervalos, que para nuestro caso las estructuras son huesos, tejido muscular y tejido adiposo. Cada una de estas estructuras se obtuvo al seleccionar heurísticamente un intervalo de histograma determinado (Fig.8) y puede ser generalizado en imágenes obtenidas por el mismo equipo de imagen.



Fig. 7. Imagen de bajo contraste – Displayrange: [-32765 32767]

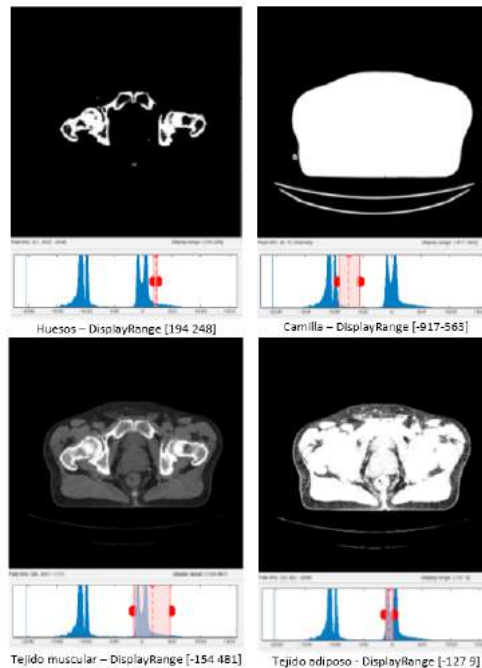


Fig. 8. Segmentación de la imagen

El ajuste de contraste aplicado es lineal porque cada pixel establecido se mapea entre un rango de intensidad. Como se observa en la Fig. 9 y Fig. 10, donde tenemos un rango entre  $[-2048, 1420]$ , con lo que los valores menores del rango tomarán el valor mínimo  $-2048$  y los mayores, el valor máximo establecido  $1420$ . Los valores del rango representan la escala entre el negro y blanco presentes en la imagen.



Fig. 9. Imagen con ajuste de contraste lineal

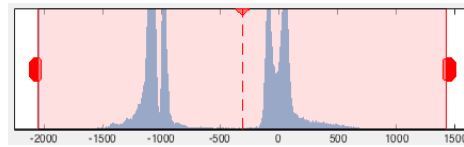


Fig. 10. Ajuste automático de contraste – DisplayRange  $[-2048, 1428]$

Para obtener un ajuste de contraste no lineal la imagen fue previamente normalizada y se toman diferentes valores de gamma de lo cual observamos que para valores menores de uno la imagen aumenta el brillo al trabajar sobre valores de intensidad altos y al ocupar valores mayores esta se oscurece pues intensifica valores de intensidad bajos (Fig. 11).

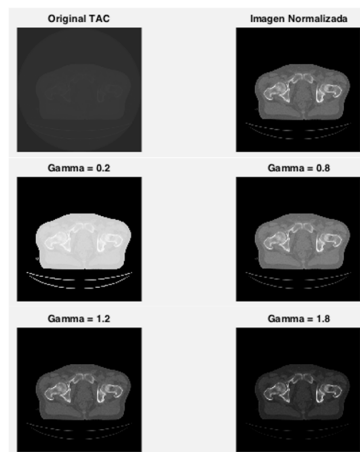


Fig. 11. Modificación de Gamma en la imagen TAC

### 3.3 Ecuación del histograma

En la Fig. 12 podemos observar como la ecualización nos permite tener una imagen con mayor cantidad de detalle (contraste) debido a que la distribución del histograma es homogénea dentro del rango de los niveles de intensidad evitando que se concentre en una determinada región.

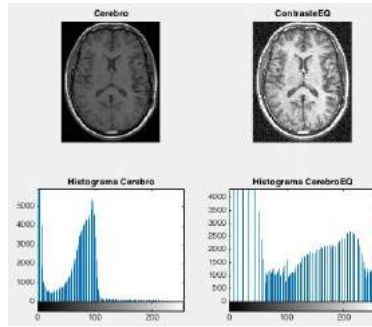


Fig. 12. Histograma de contraste EQ (ecualización)

La ecualización del histograma de una imagen de manera adaptativa y con un contraste que limita regiones consecutivas del histograma se usa para variar solo regiones pequeñas de la imagen donde mediante Nbins establecemos la cantidad de intervalos para el nuevo histograma, lo cual se observa en la Fig. 13. El histograma de ecualización adaptativa hace una mejor distribución de intensidades de la imagen al equilibrar el rango de intensidades y sin perder las tendencias del histograma original.

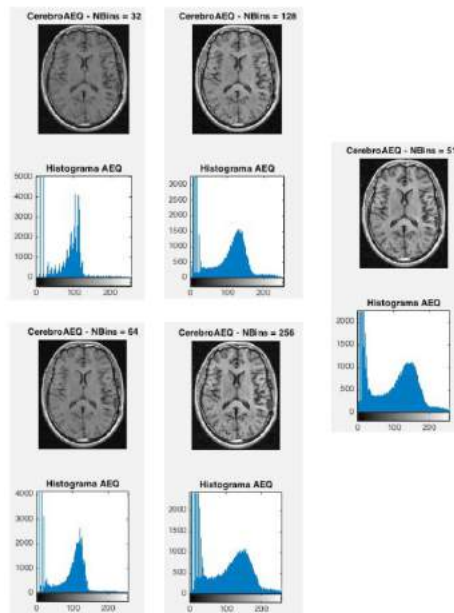
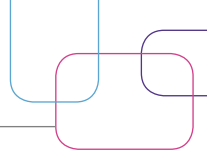


Fig. 13. Ecuación de histograma adaptativo con diferente cantidad de bits.





#### 4. Conclusiones

La intensificación de la imagen permite mejorar la calidad de las imágenes de una forma adecuada para la detección de patologías o anomalías dentro de la imagen médica, proceso vital para su posterior segmentación dentro del proceso de diagnóstico médico asistido por computador. También debemos tomar en cuenta factores como recursos del procesador, tiempo y resultados.

El método de filtrado del histograma por escala logarítmica presenta mayores ventajas al modificar toda la imagen a excepción del fondo de la imagen (valores en cero) con lo cual su selección no dependerá del criterio del programador y permitirá un proceso automático.

El histograma de ecualización adaptativa entrega mejores resultados lo cual se refleja en un mejor contraste con respecto a la imagen original y la ecualizada, esto se debe a una mejor distribución de intensidades haciendo que la imagen no intensifique valores muy altos o bajos sino equilibrada entre el rango de intensidades y que conserve las tendencias del histograma original.

Se evidencia que la variación de los niveles de grises de la imagen se puede aplicar a la totalidad de la misma o tan solo a una región pequeña mediante la segmentación de su histograma.

Se verifica que el aumento de contraste transforma los valores de la imagen de entrada entre el valor más oscuro y el más claro de modo que quedan mapeados entre un valor mínimo y un valor máximo en la imagen de salida. Para lo cual los valores de la imagen de entrada menores que un umbral inferior se mapean al valor mínimo de la imagen de salida y los valores mayores que un umbral superior se mapean al valor máximo de la imagen de salida.

Evidenciamos otra forma de aumentar el contraste de una imagen y consiste en la ecualización de su histograma, la cual consiste en transformar el histograma original a uno con una distribución uniforme.

Los métodos basados en histograma presentan mejores sustanciales de la imagen en la etapa de pre proceso necesario para obtener resultados coherentes en la segmentación. Además que nos permite obtener valores referenciales para tratamiento de otro tipo de imágenes obtenidas con los mismo equipos de manera que se genere un sistema automático de pre-procesamiento para el diagnóstico médico asistido.

Este trabajo pretende servir como base para el desarrollo de software médico de diagnóstico basado por computadora, al contrarrestar los defectos de adquisición y brindar una imagen con un buen contraste para trabajar en las posteriores etapas como es la de segmentación ya que nos permite establecer valores base o

parámetros en el pre-procesamiento de estas imágenes hasta con lo cual puede ser automático.

## Referencias

1. Dogra A, Patterh M. 2014. CT and MRI brain images registration for clinical applications. *Cancer Sci Ther.* 6: 18-26
2. Zamora C, Castillo M. 2017. Historical Perspective of Imaging Contrast Agents. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America.* 25: 685-696
3. Martis R, Lin H, Gurupur V, Fernandes S. 2017. Editorial: Frontiers in development of intelligent applications for medical imaging processing and computer vision. *Computers in Biology and Medicine.* 89: 549 -550
4. Zhang X, Smith N, Webb A. *Medical Imaging.* USA: Elsevier Science; 2000
5. Hussain Z. *Digital Image Processing, practical applications of parallel processing techniques.* Inglaterra: Ellis Horwood Limited; 1991.
6. Dey N, Ashour A. Chapter 1 – Computing in Medical Image Analysis. *Soft Computing Based Medical Image Analysis.* Dey N, Ashour A, Shi F, Balas V. 1era. Edición. USA: Elsevier; 2018. p. 3-11
7. Gonzalez R, Woods R. *Procesamiento de imagen médica (básica) Digital Image Processing.* Primera edición. USA: Editorial Pearson Education; 2008.
8. Beutel J. *Handbook of medical imaging: medical image processing and analysis.* USA: Society of Photo Optical; 2000
9. Cleary K, Peters T. 2010. Image-guided interventions: technology review and clinical applications. *Annu Rev Biomed Eng.* 12: 119-142
10. Alegre E, Pajares G. *Conceptos y Métodos en Visión por Computador.* España: Grupo de Visión del Comité Español de Automática (CEA); 2016.
11. Yong C, Chew K, Humaimi N, Ariffin I. 2012. A Survey of Visualization Tools in Medical Imaging. 56: 265-271
12. Eklund A, Dufort P, Forsberg D, LaConte S. 2013. Medical image processing on the GPU – Past, present and future. *Medical Image Analysis.* 17: 1073-1094
13. Bankman I. *Handbook of medical imaging: processing and analysis management.* USA: Elsevier Science; 2000
14. Kayvan N, Rober S. *Biomedical Signal and Image Processing.* Segunda Edición. New York: CRC Press; 2012.
15. Pérez Rodríguez, Rodrigo, et al. 2008. Segmentación y seguimiento de estructuras en imágenes laparoscópicas. XXVI Congreso anual de la sociedad española de ingeniería biomédica.
16. Alam F, Rahman S, Ullah S, Gulati K. 2018. Medical image registration in image guided surgery: Issues, challenges and research opportunities. *Biocybernetics and Biomedical Engineering.* 38: 71-89
17. Laal M. 2013. Innovation Process in Medical Imaging. *Procedia - Social and Behavioral Sciences.* 81: 60-64
18. Wiclawek W. 2018. Information granules in image histogram analysis. *Computerized Medical Imaging and Graphics.* 65:129-141
19. Saleh N, Boghdady H, Shaheen S, Darwish A. 2010. High capacity lossless data embedding technique for palette images based on histogram analysis. *Digital Signal Processing.* 20:1629-1636
20. Agarwal M, Mahajan R. 2018. Medical Image Contrast Enhancement using Range Limited Weighted Histogram Equalization. *Procedia Computer Science.* 125: 149-156

21. Siegel A. Chapter 3 – Histograms: Looking at the Distribution of Data. Practical Business Statistics. 6ta edición. USA: Elsevier; 2012. p. 35-64
22. Shakeri M, Dezfoulian M, Khotanlou H, Barati A, Masoumi Y. 2016. Image contrast enhancement using fuzzy clustering with adaptive cluster parameter and sub-histogram equalization. *Digital Signal Processing*. 62: 224-237
23. Matsopoulos G. Medical Imaging correction: A comparative study of five contrast and brightness matching methods. 106: 308-327
24. Sazanita I, Noraini S, Mustapha M, Khairiah A. 2017. Automatic contrast enhancement of brain MR images using Average Intensity Replacement based on Adaptive Histogram Equalization (AIR-AHE). *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. 37: 24-34
25. Wang X, Chen L. 2017. An effective histogram modification scheme for image contrast enhancement. *Signal Processing: Image Communication*. 58: 187-198
26. Gautam C, Tiwari N. 2015. Efficient Color Image Contrast Enhancement using Range limited Bi- Histogram Equalization with Adaptive Gama Correction. *IEEE International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC)*. 175-180
27. Haung S, Cheng F, Chiu Y. 2013. Efficient contrast enhancement Using Adaptive Gama Correction with Weighting Distribution. *IEEE Transactions on Image Processing*, 22: 1032-1041
28. Höschl C, Flusser J. 2016. Robust histogram-based image retrieval. *Pattern Recognition Letters*. 69: 72-81
29. Sim K, Tso C, Tan Y. 2007. Recursive sub-image histogram equalization applied to gray scale images. *Pattern Recognition*. 10: 1209-1221
30. Tang J, Mat N. 2017. Bi-histogram equalization using modified histogram bins. *Applied Soft Computing*. 55:31-43

# VÍNCULOS Y PAREJAS SEXUALES QUE ESTABLECEN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ECUATORIANOS

(SEXUAL LINKS AND COUPLES ESTABLISH BY ECUADORIAN  
UNIVERSITY STUDENTS)

Rosa Del Carmen Saeteros Hernández <sup>(1)</sup> \*, Eida Ortiz Zayas <sup>(2)</sup>,  
Silvia Patricia Veloz Miño <sup>(3)</sup>

(1) Carrera de Promoción de la Salud, Facultad Salud Pública,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

(2) Carrera de Medicina, Facultad Salud Pública,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

(3) Carrera de Promoción de la Salud, Facultad Salud Pública,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

\*Correspondencia. Tel.: 0960048990, E-mail: rsaeteros@esepoch.edu.ec (R Saeteros)

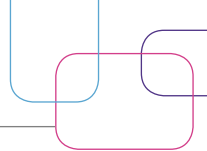
## RESUMEN

**Objetivo:** Identificar vínculos y parejas sexuales que establecen estudiantes universitarios. **Materiales y Métodos:** Estudio descriptivo de corte transversal; el universo fue constituido por estudiantes universitarios de segundo semestre en dos grupos; la totalidad de estudiantes de la Facultad de Salud Pública (n=225) grupo estudio, y de las restantes facultades, seleccionados por muestreo aleatorio polietápico (n= 320), grupo control; selección realizada con el propósito de valorar la homogeneidad de las variables entre los grupos. Se recogió información con un cuestionario y grupos focales. **Resultados:** Son jóvenes solteros, algunos casados y otros viven en unión libre; en su mayoría son católicos y heterosexuales, viven con su familia, algunos con amigos, compañeros o solos. Son comunes las múltiples parejas sexuales, la infidelidad, la inadecuada comunicación y negociación en pareja; establecen relaciones poco estables, ocasionales, casuales; muchas veces bajo efectos del alcohol; prevalecen parejas bajo la norma heterosexual. **Conclusiones:** Los grupos de estudio y control son homogéneos en la mayoría de variables, las vivencias sexuales no están influenciadas por pertenecer o no a la Facultad de Salud Pública, datos de grupos focales evidencian similitud entre los grupos y entre hombres y mujeres, aun cuando se observan matices que caracterizan la construcción social de género.

**Palabras clave:** *Vínculos Emocionales. Parejas Sexuales. Salud Sexual y Reproductiva.*

## ABSTRACT

**Objective:** Identify links and sexual partners establish by university students. **Materials and Methods:** Cross-sectional descriptive study; the universe was constituted by university's second semester students in two groups; the totality of Public Health Faculty's students (n = 225) study group, and the remaining faculties, selected by random sampling multistage (n = 320), control group; selection made with the purpose of assessing the variables' homogeneity between the groups. Information was collected with a questionnaire and focus groups. **Results:** They are



young single people, some of them are married and others live in free union; They are mostly Catholics and heterosexuals, they live with their family, some of them with friends, companions or alone. Multiple sexual partners are common, the infidelity, the inadequate communication and negotiation by couple; they establish unstable, occasional, casual relationships; many times under the alcohol's influence; couples prevail under the heterosexual norm. Conclusions: The study and control groups are homogeneous in most of the variables, sexual experiences are not influenced to belong to Public Health Faculty or not, focus groups data shows similarity between the groups and between men and women, even when nuances characterizing the gender's social construction are observed.

**Key works:** *Emotional links. Sexual Partners. Sexual and Reproductive Health*

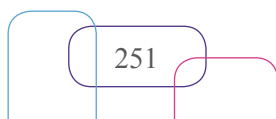
## 1. Introducción

Las jóvenes de América Latina y el Caribe son sexualmente activos antes de los 20 años, por tanto establecen vínculos y parejas desde tempranas edades. 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 Salud Sexual y Reproductiva (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. (1)

Las Infecciones de Trasmisión Sexual (ITS) y los embarazos no planificados son frecuentes en adolescentes y jóvenes y constituyen los dos principales problemas asociados con la conducta de riesgo que incluye actividad sexual sin métodos de barrera (generalmente el condón); realizada bajo los efectos del alcohol o estupefacientes y con un gran número de parejas; cuando estas tres actividades se presentan y su ocurrencia es frecuente, se dice que el individuo practica actividades sexuales de riesgo. (2–4)

Un hecho social sin precedentes es que actualmente el mundo alberga a 1.800 millones de jóvenes de entre 10 a 24 años; dado el proceso de transición demográfica que está ocurriendo, 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 mudanza saludable de la adolescencia a la edad adulta, sus expectativas se ampliarían; (5) 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 Derechos Sexuales y Reproductivos (DSR). (6)

Los estudiantes universitarios transitan por una etapa crucial de consolidación



de la identidad y manifestaciones de aumento de la responsabilidad, por tanto, es una fase de cambios en el proceso de desarrollo personal y necesidad de educación en cuanto al fomento de habilidades para la vida (7) definidas por la OMS, como “aquellas destrezas que permiten que los adolescentes adquieran las aptitudes necesarias para su avance personal y para enfrentar en forma efectiva los retos de la vida diaria”; como: la autoconfianza para tomar decisiones autónomas, la comunicación asertiva para negociar las mejores prácticas, la mejora de la autoestima, la empatía, el respeto por la diferencia y la diversidad, la igualdad de derechos según el género, el manejo de conflictos, la capacidad para cuestionar hábitos poco saludables y el manejo de emociones y sentimientos.

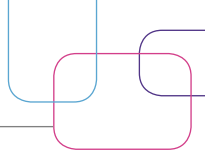
De esta manera, podrán los jóvenes forjar un proyecto de vida en el que la diversidad de opciones posibles en SSR, les permita decidir en libertad, además de establecer vínculos emocionales, parejas sexuales y mantener relaciones interpersonales sanas y positivas (8,9)

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.

## 2. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador; se investigó en dos grupos de segundo semestre de la universidad, en uno de ellos la totalidad de estudiantes de la Facultad de Salud Pública (n=232), considerado como grupo de estudio y en el otro grupo se seleccionó una muestra aleatoria de estudiantes del resto de las Facultades (N=1081), para constituir el grupo control (n=330). Esta selección se realizó con el propósito de valorar la homogeneidad de los grupos respecto a sus vivencias sexuales en pareja. Se recolectó información con un cuestionario validado por expertos.

En el análisis estadístico, para la comparación de los grupos de estudio y control se aplicaron técnicas estadísticas para muestras independientes. En el caso de las variables cualitativas se aplicó la prueba de homogeneidad con el estadígrafo Chi cuadrado ( $X^2$ ) de Pearson para escala dicotómica y Chi cuadrado ( $X^2$ ) de Batholomew para las variables en escala ordinal, y, para las variables cuantitativas, se empleó la prueba de comparación de medias para muestras independientes. Se hizo prueba de bondad de ajuste y se rechazó la hipótesis de normalidad para las distribuciones de ambos grupos, por lo que se usó la prueba de Kolmogorov



Smirnov para dos muestras independientes y variable cuantitativa.

Como parte de la triangulación metodológica que se propuso en esta investigación, se encuentra la contrastación de resultados obtenidos a partir de diversas técnicas; para ello se aplicaron grupos focales. Cada grupo focal incluyó dos grupos de sujetos, que permitieron la comparación entre estos al ser homólogos; pues, de igual forma, el grupo de estudio fue conformado por estudiantes de las carreras de la Facultad de Salud Pública y el grupo control por estudiantes de las carreras del resto de las facultades, ya explicados anteriormente como parte del muestreo empleado, y se realizó también un análisis comparativo entre los grupos y entre los hombres y las mujeres. La conformación de los grupos se concluyó cuando se encontraron suficientes regularidades discursivas, es decir, una vez que se saturó la información.

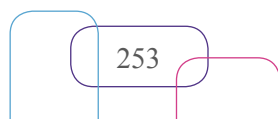
Las opiniones de los participantes se procesaron mediante el procedimiento de “codificación abierta” y la construcción de datos a partir de las categorías inductivas emergentes, se estudiaron los textos transcritos, se eliminaron las redundancias y se acumularon unidades de sentido (segmentos de contenido). Se identificó una categoría central, la misma posee subcategorías que la conforman o le otorgan dimensión, y expresan las proposiciones elaboradas bajo el enfoque *etic*, para el análisis de la información recabada en el campo de investigación. Cada subcategoría está representada por una serie de conceptos o unidades de análisis (constructo *etic*), emanadas a partir de las unidades de sentido contenidas en los discursos de los entrevistados (relato *emic*). Estas unidades son las que nutren la construcción del dato cualitativo. (10,11)

### 3. Resultados y Discusión

Se observó que las edades de los estudiantes oscilaron entre los 17 y 25 años de edad, con un promedio de 20 años en ambos grupos de estudio y control, los mismos fueron homogéneos respecto a la edad. La mayoría se encontró en edades comprendidas entre los 18 y 23 años de edad; de acuerdo a la clasificación de la OMS, se trata de una población con componentes de adolescencia (17 – 19 años once meses) y paralelamente también de juventud (21 – 24 años) (12)

Estos componentes de la edad están ligados no solamente a la transición física, sino sobre todo a los procesos de maduración psíquica, de interacción social y afectiva, de definición de la identidad y de manifestaciones de aumento de la responsabilidad. Por lo tanto, en estas edades se concentran importantes transformaciones en el proceso de desarrollo personal. (13)

Los grupos fueron homogéneos respecto al estado civil; la mayoría de estudiantes fueron solteros; 90,7 % en el grupo de estudio y 91,6 % en el control. Esto indicó que para la mayoría de estudiantes no es una opción el matrimonio mientras se cursa la educación superior. Los restantes porcentajes reportaron ser casados y vivir en unión libre.





Respecto al estado civil de los estudiantes universitarios, coincide con otras investigaciones, en las que en su mayoría los estudiantes son solteros (4,14)

Se observó en la relación con los convivientes que la mayoría vive con su familia (padre, madre y/o hermanos): 51,6 % en el grupo de estudio y 58,4 % en el control; un 29,8 % y un 25,3 % en los grupos respectivamente indicaron que viven solos. Con amigos el 4,0 % y 3,8 % en los grupos de estudio y control respectivamente. En otros, el 4,4 % en ambos grupos, indicó que viven con su pareja o esposo/a e hijos y los abuelitos. Los grupos fueron homogéneos respecto a esta variable.

La familia tiene un importante rol de apoyo social para el enfrentamiento de diversas situaciones y conflictos que viven los jóvenes durante sus estudios. Una investigación en universitarios coincide con el resultado de la investigación; en su mayoría viven con la familia, pero porcentajes importantes viven con amigos, compañeros o solos (15)

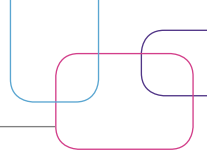
Los grupos no fueron homogéneos respecto a la orientación sexual; se observó que el 90,7 % en el grupo estudio y el 95,6 % en el control se identificaron como heterosexuales; hubo un predominio de bisexuales en el grupo de estudio: 3,1 %, frente al 0,6 % en el control. Solo en el grupo de estudio hubo un 0,9 % de homosexuales. Un estudiante refirió a no identificarse con ninguna de las anteriores.

En el contexto universitario prevalece la orientación sexual heterosexual. Un estudio con jóvenes mexicanos reporta resultados semejantes: el 98,3 % define su orientación sexual como heterosexual; la prevalencia de no heterosexuales auto-definidos es de 0,9 % homosexual; 0,7 % bisexual y 0,1 % lésbica (16), al igual que un estudio en universitarios colombianos en el que sólo 2,5 % refiere percibirse como bisexual; 1,4 % se percibe definitivamente como homosexual. (12)

Es posible que la declaración de la orientación sexual esté influenciada por el sistema de aceptación ortodoxa que prevalece en el contexto universitario; tal como se evidenció en los grupos focales donde la orientación heterosexual fue la más reconocida y aceptada.

El entorno universitario mostró un contexto de vida en el que la mayoría de los estudiantes se asumen como heterosexuales, muy pocos se identificaron con una orientación homosexual o bisexual, por tanto, la regla de convivencia social y sexual fue en su mayoría heterosexual. En este contexto es aún difícil que las personas con una orientación sexual diversa puedan asumirla. (17)

Los grupos fueron homogéneos respecto a la religión; se observó que la mayoría: 72,4 % en el grupo de estudio y 73,4 % en el control se identificaron como católicos, el 9,8 % en el grupo de estudio y 9,7 % en el control como cristianos, un 5,8 % en el grupo de estudio y 5,3 % en el control fueron evangélicos, un 6,2 %



y 7,8 % en el grupo de estudio y control respectivamente indicaron que no tienen ninguna religión, en otros, dijeron: *“Dios no es religión es una forma de vida, solo creo en dios, Budista, aún no lo sé, atea/o, Laico, Agnóstico”*.

Respecto a la religión, al igual que un estudio en estudiantes universitarios colombianos reporta, resultados similares, en cuanto a que la mayoría de los estudiantes son católicos (68.9 %); 15,2 % indica no tener religión y 15,8 pertenecen a otra religión (12).

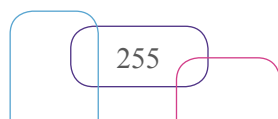
Los grupos fueron homogéneos, en cuanto a experiencia de relaciones sexuales y embarazo actual conocido, fue de un 3,5 % en el grupo de estudio y 4,0 % en el control; en tanto no supieron si quedó embarazada o si su pareja lo estuvo el 2,3 % en el grupo de estudio y un 7,5 % en el control. Respecto al antecedente de embarazo propio o de la pareja, los grupos de estudio y control fueron homogéneos, un 15,1 % y 13,2 % respectivamente han tenido antecedente de embarazo.

En cuanto al embarazo en universitarios este estudio encontró cifras más bajas que las reportadas en una investigación en este ámbito en Cuba (18,7 %) (18) y más altas que las reportadas en universitarios colombianos (8,5 %). (19) y, en otra investigación en Tuluá en el Valle del Cauca con un (75,3 %) de embarazos no deseados (20).

El embarazo en adolescentes y jóvenes es un problema de Salud Pública por las consecuencias para el binomio madre-hijo; es inevitable verlo con un matiz catastrófico, sobre todo en países en vías de desarrollo, donde el medio proporciona factores como bajo nivel cultural, hacinamiento, falta de programas de apoyo específico a la madre adolescente, etc., que actuarán potenciando los efectos adversos que este estado le traerá a la adolescente (parto prematuro, pre eclampsia, desprendimiento placentario, anemia, mayor número de abortos y cesáreas), así como a las condiciones propias del adolescente (inestabilidad emocional, dependencia económica, inexperiencia, uso de alcohol y otras drogas). De las repercusiones en el recién nacido, los reportes internacionales coinciden en que los problemas comienzan en el útero: desnutrición, restricción del crecimiento intrauterino y bajo peso al nacer, que junto a la prematuridad, serán las condiciones determinantes en la mayor morbilidad y mortalidad de éstos en relación a la población general (20).

Por otro lado, en cuanto a la planificación del embarazo, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio y control; de acuerdo a los resultados, no han planificado su embarazo el 60,0 % y el 65,8 % en los grupos respectivamente.

Los resultados adversos del embarazo no planeado son el aumento del aborto provocado en condiciones no seguras, retraso en el inicio del control prenatal y por ende un peor resultado perinatal (20).



Al indagar sobre experiencia de aborto en estudiantes con antecedente de embarazo y referido al aborto de la mujer o la pareja, en el caso de los hombres se observó que el 20,0 % de estudiantes en el grupo estudio y 18,4 % en el control asumieron esta experiencia. Los altos porcentajes de no respuesta a esta pregunta pudieron estar relacionados por la connotación del aborto en el contexto del Ecuador: por un lado es ilegal y los lugares en los que se realizan están prácticas, son clandestinos. Los grupos fueron homogéneos en esta variable.

Un estudio en Buenos Aires concluye que la ilegalidad del aborto no influye en la decisión de interrumpir un embarazo, sino en las condiciones diferenciales de su práctica clandestina. Las huellas del aborto marcan diferencialmente a las mujeres, en cuyo cuerpo es practicado, que a los hombres, participantes secundarios del proceso; aunque las huellas sean perdurables en ambos (21).

Los resultados respecto a embarazo no planificado, tenencia de hijos y experiencia de abortos durante los estudios, fueron corroborados en los grupos focales, pues los estudiantes consideraron que abunda la ocurrencia de estos problemas, con consecuencias y costos físicos, emocionales y sociales.

Se observó que el 61,8 % en el grupo de estudio y 47,2 % en el control tuvieron pareja estable; los grupos no fueron homogéneos respecto a esta variable. Respecto a tener pareja estable, menores porcentajes se encuentran en un estudio con adolescentes españoles en el que 24,3 % tiene pareja (22).

De acuerdo a información que emergió de los grupos focales, para estos estudiantes las relaciones o vínculos que mantienen o han mantenido, son menos estables y hasta casuales, comportamiento que lo vinculan al momento del curso de la vida estudiantil en el que se encuentran.

En cuanto a los valores simbólicos asignados a la SSR en el contexto social, se observaron actitudes positivas respecto a las relaciones que se establecen en su interior, redes sociales, familiares y relaciones de pareja y proyecto de vida; el ideal se manifestó en la posibilidad de establecer pareja basados en la exclusividad y la constitución de una familia heterosexual en donde deben prevalecer los sentimientos como el amor, y la práctica de valores como: el respeto, la fidelidad, la comunicación desprejuiciada y libre de temores, la honestidad, la comprensión y la confianza en la pareja.

Un significado atravesó estos discursos, un sistema de valores sexuales, en el que la sexualidad “buena”, ”normal” y “natural” sería idealmente heterosexual, marital, monógama, reproductiva y no comercial. Sería en parejas y dentro de la misma generación.

En cuanto a práctica de relaciones sexuales, los grupos fueron homogéneos; la mayoría de estudiantes fueron activos sexualmente: un 75,6 % en el grupo de

estudio y 79,6 % en el grupo control. Los grupos focales corroboraron este dato, pues según sus opiniones viven una sexualidad activa, con alto grado de valoración del erotismo y placer sexual.

Idealizaron el placer sexual como parte del goce y disfrute y lo manifestaron como un derecho a la satisfacción de sus necesidades sexuales, mediadas por los sentimientos en pareja; también se observó que se diversificaron las representaciones; para algunos hombres fue en extremo importante la calidad del acto, su frecuencia y la satisfacción de necesidades a través de la actividad femenina complaciente; ninguno evidenció un vínculo a la esfera reproductiva; estas situaciones se correspondieron a la construcción social de la masculinidad en cuanto a la vivencia del placer sexual.

El inicio de las relaciones sexuales es uno de los aspectos que mayor interés cobra durante la adolescencia, pues además de ocurrir a edades cada vez más tempranas, éstas se realizan sin la debida preparación para negociar el uso de medidas de protección y evitar así la ocurrencia de problemas ligados a la SSR. Al revisar diversos estudios se encontró que la proporción de adolescentes y jóvenes universitarios iniciados en sus relaciones sexuales suelen ser diferente. Si se toma, p.ej. el año 2009, se observa que: en la ESPOCH el 60,7 % de los estudiantes dicen ser sexualmente activos (4), en Cartagena 68,6 % (19); en Cuba 72,6 % (23), en Uruguay y España 75,2 % (24), en Chile 83,2 % de hombres y 68,5% mujeres (25). Estos datos son plenamente coherentes con los resultados encontrados en el presente estudio y demuestra que la proporción de adolescentes y jóvenes con relaciones sexuales es cada vez mayor.

Respecto a los motivos para tener relaciones sexuales, sin diferencias significativas en los grupos de estudio y control respectivamente, el 54,7 % y 48,9 % estaba enamorado/a; un 18,0 % y 21,2 % tuvo deseos; un 11,1 % y 13,2 % por curiosidad; un 8,1 % y 10,6 % sentía atracción; menores porcentajes al 4,0 % indicaron porque estaba embriagado/a; para distraerse 1,2 % y 1,3 % y en otro motivo un 2,3 % y 2,2 % indicaron “obligada, forzado, por presión; se dio el momento, seguro y consiente de lo que sucedería”. Similares resultados se encontraron en un estudio en adolescentes de Barranquilla, donde las principales motivaciones para la primera relación sexual fueron: el amor, la curiosidad, la excitación sexual y el placer (26).

Llama la atención que para algunos estudiantes en el presente estudio; el estado de embriaguez constituyó un motivo para tener relaciones sexuales, junto con ello situaciones de violencia y presión; condiciones que limitan la plena conciencia del acto.

El consumo de bebidas alcohólicas propicia un ambiente agradable para mantener relaciones sexuales, a veces hasta con personas poco conocidas y desconocidas, sin protección. Las drogas producen una gran afectación en la corteza

cerebral, que deja de realizar su función reguladora de la conducta normal (27).

El tipo de prácticas sexuales que han tenido, fue variable y homogéneas en los grupos, de acuerdo a las respuestas en el grupo de estudio y control respectivamente. La práctica sexual más común fue la penetración vaginal 82,6 % y 84,1 %, le siguieron las caricias y juegos en los genitales externos 55,8 % y 55,1 %; el sexo oral 37,8 % y 40,1 %; la penetración anal 21,5 % y 23,8 %; en otras prácticas indicaron: el “69, muchos más, orejas y Kama Sutra”.

Los tipos de prácticas sexuales son variados, al igual que en otros estudios en universitarios: en Colombia, el 39,0 % refirieron realizar coito anal, 39,1 % practica cunnilingus, 55,4 % fellatio, 16,9 % *anilingus* activo y 21,6 % el *anilingus* pasivo, (12) otro estudio muestra mayores porcentajes en cuanto a prácticas exploratorias sin intercambio de secreciones en un 81,5 %; las prácticas sexuales penetrativas, vaginales o anales, están representadas en un 77,6 %; y las urogenitales, se presentan en un 60,3 %. (28)

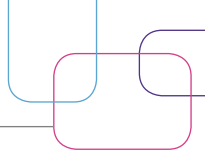
En cuanto a si han mantenido relaciones sexuales con personas del mismo sexo se observó que los grupos fueron homogéneos, la mayoría dijeron tener relaciones exclusivamente heterosexuales, solo un 4,7 % en el grupo de estudio y un 3,1 % en el control, asumieron esta práctica.

En cuanto a la edad de la primera relación sexual se observó que las edades oscilaron entre jóvenes menores de 15 años hasta 20 años y más; el promedio de inicio fue en el grupo de estudio a los 17,1 años y en el control a los 16,6 años; la mayoría iniciaron relaciones sexuales entre los 15 y 19 años de edad: 79,7 % en el grupo de estudio y 77,1% en el control. Los grupos investigados no fueron homogéneos con respecto a esta variable.

En relación a las relaciones sexuales con personas del mismo sexo, similares resultados se encontraron en una investigación en jóvenes en Brasil que, informaron haberlo hecho: los hombres: 5,3 %, y, entre las mujeres: 2,7 %, sin diferencias significativas entre los sexos (29).

En universitarios de Cali - Colombia, el 22,8 % tuvo deseos sexuales con personas de su mismo sexo, y el 12,3 % tuvo contacto físico sexual, (El desarrollo sexual, la orientación sexual y la consolidación de la identidad sexual constituyen procesos de experimentación y auto-descubrimiento, estos comportamientos individuales pueden incluir experiencias sexuales con el mismo sexo) (12).

Respecto a la edad de la primera pareja sexual, los grupos no fueron homogéneos en esta variable: los promedios de la edad fueron 19,36 años en el grupo de estudio y 18,31 años en el control (declararon el 51,7 % y el 60,8 % en los grupos respectivamente, que esta edad oscilaba entre 15 y 19 años) en jóvenes de Sevilla España a los 16,32 años, (29) en adolescentes españoles la edad es a los 15,06 años, (30)



En referencia a la edad de la primera pareja sexual se observó que los jóvenes iniciaron relaciones sexuales con personas de mayor edad; datos que se contrarrestan en otro estudio en adolescentes de Colombia, este concluyó que en ambos sexos hubo la tendencia a iniciar la vida sexual con personas mayores que ellos, generalmente mucho más experimentados, (lo cual aumenta la vulnerabilidad a ITS y el VIH/sida, por cuanto tienen menor capacidad para la toma de decisiones; esa diferencia les resta posibilidad de negociación) (26)

En cuanto a la relación con las personas con quienes tuvieron relaciones sexuales, esta fue una variable homogénea en los grupos, excepto con amigos y trabajador/a sexual, de acuerdo a las respuestas en los grupos de estudio y control respectivamente. La mayoría 77,9 % y 81,9 % declaró a enamorado/a; un 14,0 % y 29,5 % con amigos; con su ex un 14,5 % y 21,1 %, con compañeros un 11,6 % y 12,3 %, con desconocidos 7,6 % y 4,4 %; con trabajadores sexuales un 1,7 % y 13,7 %. Otros porcentajes menores al 2,0 % declararon, a la “*prima y la esposa de otro*”.

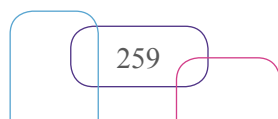
De acuerdo a la información emergente de los grupos focales se observó si bien es cierto que los estudiantes tuvieron relaciones sexuales con el enamorado/a y con esposo/a; otros indicaron que para mantener estas prácticas no es necesario tener una relación de pareja estable o de mayores compromisos, lo que supone un riesgo al tratarse de parejas casuales.

Respecto a la relación de las parejas con quienes han tenido relaciones sexuales, se encontró una variedad de parejas: enamorado, con el ex, amigo/a, esposo/a, compañero/a, desconocido/a, trabajador/a sexual; similares resultados se presentaron en un estudio en universitarios de Colombia, donde un 12,9 % realizó prácticas sexuales con desconocidos en los últimos seis meses (28).

Los grupos fueron homogéneos en cuanto a si teniendo pareja estable tuvieron otra pareja sexual. En estos datos, quienes no han tenido pareja estable, se incluyeron en la respuesta no. En el grupo de estudio el 22,1 % y en el control el 26,9 % asumieron haber tenido otra pareja sexual a parte de la estable. Los grupos fueron homogéneos en esta variable. Los resultados de los grupos focales confirmaron a la infidelidad como una práctica común.

Teniendo pareja estable tuvieron otra pareja sexual, fue una práctica bastante común en los universitarios, sin embargo, mayores valores se encontraron en universitarios colombianos: el 35.5 % le fue infiel a su pareja (12).

Se observó que el número de parejas sexuales fue una variable homogénea en los grupos, con un promedio de parejas sexuales de 3,35 en el grupo de estudio y 3,75 en el control, el número de parejas osciló entre uno y más de diez. Los mayores porcentajes correspondieron en los grupos de estudio y control a: 1 – 3 parejas 66,3 % y 56,8 %; entre 4 – 6 parejas 12,2 % y 17,2 %; entre 7 – 9 parejas el 5,2 % y 6,6 % y 10 y más parejas 6,4 % y 6,2 %.





Los grupos focales dejaron ver que los vínculos que crearon fueron poco estables y duraderos, pareció que a lo que aludieron sus discursos fue al establecimiento de varias relaciones simultáneas con múltiples parejas.

Respecto al número de parejas sexuales, en universitarios de Cali, el 42,3 % tuvo 2 a 5 parejas sexuales. (12); así mismo un estudio en universitarios de África Subsahariana evidenció que el 55,91 % de estudiantes reportaron relaciones sexuales con más de una pareja sexual en los últimos tres meses (31).

Respecto a la relación entre el número de parejas sexuales y el riesgo, los jóvenes que tienen mayor número de parejas se ajustan a un perfil de uso esporádico del preservativo lo que conlleva una mayor probabilidad para contraer una ITS y para que se presenten embarazos no planificados y abortos (32).

Respecto a la experiencia de relaciones sexuales influenciadas por el consumo de alcohol, lo asumieron un 34,3 % en el estudio y 41,9 % en el control. Con respecto a la influencia de las drogas, un 7,6 % en el grupo estudio y 5,7 % en el control asumieron esta experiencia; al preguntarles que drogas han usado, indicaron “*marihuana, cannabis, coca y éxtasis*”. Los grupos fueron homogéneos en cuanto a estas dos variables. En relación con la información obtenida de los grupos focales se evidenció como problema en los jóvenes el consumo de alcohol, tabaco y drogas, y asociaron su uso con comportamientos de riesgo sexual.

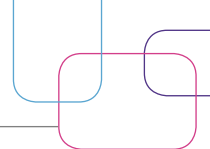
La vivencia de situaciones particulares, relacionadas con el uso simultáneo de alcohol y tabaco, un estudio en universitarios de Medellín refirió además situaciones de conflictos con familiares, la pareja y dificultades económicas, el hecho de tener relaciones sexuales inesperadas (33).

Lo anterior, permitió afirmar que además del desconocimiento, lo que estuvo en juego fue la excesiva confianza de las personas con quienes se tuvieron las prácticas sexuales, la falta de conciencia cuando se consumió alcohol (lo cual pudo desinhibir a las personas y colocarlas en una posición de riesgo).

En cuanto a si los estudiantes llegaron a acuerdos con la pareja para el uso de anticonceptivos, fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente, los que sí llegaron a acuerdos fueron un 71,0 % y 60,8 %, no han llegado acuerdos el 9,9 % y 17,7 %, y no conversaron 11,1% y 17,2 %. En los grupos focales reconocieron que la responsabilidad de la anticoncepción es de ambos miembros de la pareja y que hace falta comunicación al interior de esta para lograr la selección del método anticonceptivo más conveniente.

En relación a los acuerdos en pareja para el uso de anticonceptivos, estudios en Colombia y México resaltaron que la importancia de esta negociación dependió de la confianza que existió entre los dos, acuerdo que se logró a través del diálogo, además del desarrollo de la comunicación asertiva como una habilidad y





estrategia efectiva para negociar prácticas sexuales seguras. (8)

Los grupos focales, arrojaron la siguiente proposición para la categoría inductiva emergente:

<b>Categoría Inductiva</b>	<b>Definición Etic</b>
Unión consensual en un contexto con menor control social y familiar	Concepciones sobre el tipo de relación de pareja que con mayor frecuencia se produce entre los estudiantes de la ESPOCH

Y los siguientes resultados por grupos investigados y sexo:

## **GRUPO DE ESTUDIO (Estudiantes de la Facultad de Salud Pública)**

### *Mujeres*

De este grupo emergió la disminución del control social que ejerció la familia en el rango de edad en el que se encontraron los (as) estudiantes, debido a la distancia a la que viven de la Politécnica. Formaron parte de dicho control las amistades, sobre todo las que quedaron en el lugar de origen y que tampoco se encontraron cercanas a ellos.

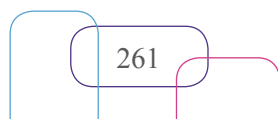
Esta situación favoreció los resultados que se reflejan en la SSR de los (as) estudiantes, vistos en el conjunto de representaciones que signan comportamientos en esta esfera. Por ejemplo, las uniones consensuales, que según sus opiniones fueron superiores a los casamientos entre estudiantes de la ESPOCH, y que muchas veces precedieron el matrimonio, pues con frecuencia las uniones legalmente formalizadas se llegaron a producir a partir de la ocurrencia de un embarazo, no planificado. Para la mayoría de estas muchachas, el matrimonio legal durante el período en que se encuentran estudiando en la ESPOCH, no es una opción, pero las que lo aceptaron en ese sentido, los justificaron desde el amor que sentían por el compañero sentimental.

“...en la actualidad casi no hay muchos matrimonios solamente personas, unión libre... como aquí, quien dice ya no se está con los papaces hay mucha gente que viene de otros lados ya no hay ese control de que me van a ver”

“...que por lo que no hay control de los padres, es como que como “ah no están mi papa ven no más” y van dormir es decir primero van a dormir dos días a la semana luego tres luego ya se les hace costumbre prácticamente ya viven juntos”

### *Hombres*

Si bien los hombres no hicieron alusión explícita al control social, que en esta etapa no se hace tan presente, sí enunciaron el modo más liberal con el que asu-



men la vida, tratando de vivenciar la mayor intensidad; lo que se traduce en comportamientos en la esfera sexual, que ellos mismos consideraron reprochables en algunos casos y que los condujeron a resultados del mismo tipo. Así, para ellos la unión consensual es más frecuente que el matrimonio, al que se llega para tratar de asumir responsablemente las consecuencias de una práctica sexual es protegida conducente al embarazo no deseado y no planificado.

Resultó notable la concepción entre los hombres de que el matrimonio constituye una unión que implica estabilidad, mayor responsabilidad y menor posibilidad de autonomía. También se concibieron responsables de los embarazos dentro de la pareja, lo que los llevó a asumirlos con el matrimonio, y la ocurrencia de estos, como motivo de preocupación, sufrimiento y desavenencias familiares en las que las mujeres se vieron mucho más afectadas en lo emocional. Todo ello evidenció la construcción de condicionamientos de género que determinan actitudes.

“No creo hayan (matrimonios), hay pero por podríamos decir por causa mayor... nosotros como estudiantes y jóvenes vivimos la vida podríamos decir al máximo... y, hacemos cosas que tal vez no deberíamos hacer entonces metemos la pata... y al haber metido la pata la mayoría de nosotros los estudiantes eh nos casamos, ya pero por ese motivo, mas no es por un cariño o por un amor que se siente por la persona...”

“... se podría decir por una obligación con la persona porque para no quedar mal no, o sea ya uno hizo lo que hizo y tiene que afrontar las cosas como... o sea como varón que es uno también.” (H2GF1E)

“... si se casan para el hombre se le hace difícil estudiar porque uno de ellos debe trabajar para mantenerle a su pareja por eso se hace difícil seguir estudiando los dos por eso yo pienso que hombre que si es que se casa deja de estudiar.” (H3GF1E)

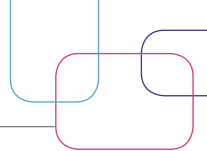
## **GRUPO CONTROL** **(Estudiantes de las restantes facultades)**

### *Mujeres*

Este grupo consideró que son mucho más frecuentes las uniones consensuales que los matrimonios entre las parejas que se forman entre los estudiantes de la ESPOCH. Ellas observaron que dada la forma en que se producen las parejas en esta etapa, es mucho más frecuente que no se llegue al matrimonio, solo a las “uniones libres”. No hicieron alusión al control social de la familia o la sociedad ni a sus particularidades en el contexto que viven.

“Matrimonios en sí creo que no hay así; mucho así no... ya viven así, pero matrimonios no creo.” “Solo unión libre nomas, así es.”

“No creo que es muy frecuente porque en la mayoría de los jóvenes solamente se unen pasan un tiempo juntos y después se abren.”



Estos jóvenes declararon que casamiento es una unión que entraña mayor responsabilidad y puede entorpecer los proyectos de vida en torno a la profesión, aun cuando lo consideraron una alternativa cuando existe amor, pero también le adjudicaron como característica la monotonía y menor autonomía.

“Ya no puedes ni siquiera llevar una vida libre como ser en la poli así; porque si ya te casas es de la casa a la poli y hacer las cosas para el esposo o sea ya pierdes todo, ya la juventud que tienes que vivir ya, ya pierdes todo”

“...uno se casa cambia todo eh que no quiere que salga que no quiere que se arregle o sea absolutamente cambia todo yo lo he visto y o sea que se vuelven como dicen aburridos o sea todo lo que supuestamente eran de enamorados todo como es como dicen se va a la basura...”

“Sería también como, como sería dañarme la vida, o sea ya ser ama de casa es muy diferente, son otras responsabilidades y yo tener otras responsabilidad de estudiar sacar mi título y no, no estudiando no creo que me case”

### *Hombres*

Los jóvenes de este grupo consideraron que se ha perdido, en las generaciones más jóvenes, la tradición del matrimonio. Reconocieron mayor frecuencia en las uniones consensuales o “uniones libres” entre los estudiantes de la ESPOCH. Estos muchachos también observaron en el matrimonio un estado de mayor responsabilidad, que requiere un aporte económico mayor y que hasta va en contra de la continuidad de los estudios. Vieron en la “liberalidad” de la época en la que viven y de la edad que tienen, la posibilidad para relajar también, la formalidad del tipo de uniones que establecen.

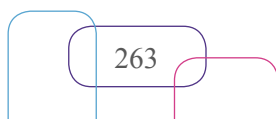
“No es tan frecuente, no es tan frecuente (se refiere a los matrimonios) ... Unión libre.”

“¡Nada formal! Antes era obligatorio, no digamos obligatorio, sino acostumbrado a casarse las mujeres de blanco, él hombre la esperaba. ¡Se ha perdido eso!... Disfrutar la etapa de la escuela, el colegio, y la etapa de la universidad, este porque el matrimonio es una cuestión, ¿Cómo le explico? Es una etapa muy difícil, a más de amor se necesita este económicamente ¡dinero!, y entonces si ni siquiera nos podemos mantener como estudiantes, como voy a cargar yo un matrimonio.”

Al realizar un análisis comparativo, fue 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 aparecieron los matices que argumentan los constructos de género propios de cada grupo. De esta manera, resultó que se logró la saturación de las categorías no solo al interior de los grupos, sino entre ellos.

## **4. Conclusiones**

Los grupos de estudio y control fueron homogéneos en la mayoría de variables,



sus vínculos, parejas sexuales vivencias que experimentaron no estuvieron influenciados por pertenecer o no a la facultad de salud pública.

Datos de grupos focales evidenciaron similitud entre los grupos y entre hombres y mujeres, aun cuando se observan los matices que caracterizan la construcción social de género.

Los estudiantes en su mayoría son católicos, solteros, heterosexuales; viven con su familia; algunos con amigos, compañeros o solos, para la mayoría de variables estudiadas los grupos de estudio y control resultaron homogéneos.

Se evidenció que desde tempranas edades forman distintos tipos de parejas, matizados por conductas de riesgo como: inicio temprano de relaciones sexuales, múltiples parejas, infidelidad, relaciones sexuales ligadas al consumo de sustancias psicotrópicas, de las cuales predomina el alcohol, junto con el no uso o uso inadecuado de métodos anticonceptivos o de protección; se encontró presencia de problemas como: experiencia de embarazos, la mayoría no planeados, abortos inducidos e infecciones de transmisión sexual.

La situación sexual y reproductiva de estudiantes universitarios evidenciada constituye un referente para el diseño e implementación de acciones de promoción y educación para la salud sexual y reproductiva, con vistas a aportar al logro y mantenimiento de la salud sexual y reproductiva.

### **Agradecimientos**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, magno templo bastión de la patria por ser la fuente inspiradora, por suerte es nuestra casa durante muchos años, aquí se nos ha permitido dedicar muy apasionadamente al estudio de un componente fundamental de la vida de sus principales actores, la situación de la salud sexual y reproductiva de sus estudiantes.

A la Facultad de Salud Pública de la ESPOCH, por el apoyo y aval otorgado al Proyecto de Salud Sexual y Reproductiva PROSASER – ESPOCH – ENSAP.

De manera especial a los estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por su apoyo a la investigación científica, por su tiempo, su tolerancia, su consentimiento y la voluntad para participar en las diferentes fases de la investigación.

### **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

## Referencias

1. Posada C. Embarazo en la adolescencia: no una opción, sino una falta de opciones. *Revista Sexología y Sociedad* [Internet]. 2014 [citado 20 Jul 2017]; 10(25): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.revsexologiaysociedad.sld.cu/index.php/sexologiaysociedad/article/download/268/327>.
2. Pulido M, Carazo V, Orta G, Coronel M, Vera F. Conducta sexual de riesgo en los estudiantes de licenciatura de la Universidad Intercontinental. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación* [Internet]. 2011 [citado 20 Jul 2017]; 13(1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/802/80218382002.pdf>.
3. González J, De la Hoz F. Relaciones entre comportamientos de riesgo psicosociales y la familia en adolescentes de Suba, Bogotá. *Rev Salud Pública* [Internet]. 2011 [citado 23 Jul 2017]; 13(1): 1-12. Disponible en: <http://www.scielo.org/pdf/rsap/v13n1/v13n1a06.pdf>.
4. Saeteros R, Pérez J, Sanabria G. Vivencias de la sexualidad en estudiantes universitarios. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet]. 2013 [citado 22 Jul 2017]; 30 (1): 1-14. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662013000500010&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000500010&lng=es).
5. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2014. New York: UNFPA; 2014.
6. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2013. New York: UNFPA; 2013.
7. Organización Mundial de la Salud. Enfoque de habilidades para la vida para un desarrollo saludable de niños y adolescentes. Ginebra: OMS; 2001.
8. Pérez C. Habilidades para la vida y uso de anticoncepción por tipo de pareja sexual en adolescentes. *Enseñanza e Investigación en Psicología* [Internet]. 2014 [citado 20 Jul 2017]; 19(1): [aprox. 16 p.]. Disponible en: [http://www.cneip.org/documentos/revista/CNEIP\\_19\\_1/Citalli.pdf](http://www.cneip.org/documentos/revista/CNEIP_19_1/Citalli.pdf).
9. Morales M, Benítez M, Agustín D. Habilidades para la vida (cognitivas y sociales) en adolescentes de la zona rural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* [Internet]. 2013 [citado 20 Jul 2017]; 15(3): [aprox. 16 p.]. Disponible en: <http://www.redie.uabc.mx/vol15no3/contenido-moralesetal.html>.
10. Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P. Metodología de la Investigación. 5ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2010.
11. Lerner S. La formación en metodología cualitativa, perspectiva del programa salud reproductiva y sociedad. En: Szasz, Lerner S, editores. Para comprender la subjetividad. Investigación cualitativa en salud reproductiva y sexualidad. México: El Colegio de México; 1996. p. 9-16.
12. Arias L, Vásquez M, Dueñas E, García L, Tejada E. Comportamiento sexual y erotismo en estudiantes universitarios, Cali, Colombia. *Colombia Médica* [Internet]. 2011 [citado 23 Jul 2017]; 42 (3): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3103/1/comportamiento.pdf>.
13. Álvarez L, Rodríguez A, Sanabria G. La salud sexual y reproductiva en adolescentes cubanos. La Habana: Casa Editorial Abril; 2009.
14. Rodríguez A, Sanabria G, Contreras P, Perdomo B. Estrategia educativa sobre promoción en salud sexual y reproductiva para adolescentes y jóvenes universitarios. *Revista Cubana de Salud Pública* [Internet]. 2013 [citado 22 Jul 2017]; 39 (1): 1-14. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662013000100015&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000100015&lng=es).
15. Soria M, Ávila E, Rodríguez M. Efectos del trabajo académico en la salud y en las relaciones familiares de hombres y mujeres estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Psicología*

- gía Iztacala [Internet]. 2014 [citado 02 Jul 2017]; 17: [aprox. 23 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/213/21320708006.pdf>.
16. De la Rubia J. Orientación sexual en adolescentes y jóvenes mexicanos de 12 a 29 años de edad. *Revista Psicología desde el Caribe* [Internet]. 2013 [citado 23 Jul 2017]; 27 (1): [aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/213/21320708006.pdf>.
  17. Saeteros R, Sanabria G, Pérez J. Imaginario sobre la homosexualidad en estudiantes politécnicos ecuatorianos. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet]. 2014 [citado 23 Jul 2017]; 40(4): 1-15. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662014000400006&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662014000400006&lng=es).
  18. Morales E, Solanelles A, Mora S, Miranda O. Embarazo no deseado en alumnas universitarias. *Revista Cubana de Medicina Militar* [Internet]. 2013 [citado 23 Ag 2017]; 42(2): 1-10. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572013000200004&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572013000200004&lng=es).
  19. Díaz S, Arrieta k, González F. Prevalencia de actividad sexual y resultados no deseados en salud sexual y reproductiva en estudiantes universitarios en Cartagena, Colombia. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* [Internet]. 2014 [citado 24 Jul 2017]; 65(1): [aprox. 10 p.]. Disponible en: [http://www.fecolsog.org/userfiles/file/revista/Revista\\_Vol-65No1\\_Enero\\_Marzo\\_2014/v65n1a04.pdf](http://www.fecolsog.org/userfiles/file/revista/Revista_Vol-65No1_Enero_Marzo_2014/v65n1a04.pdf).
  20. Mendoza T, Alfonso L, Arias M, Mendoza T, Laura I. Hijo de madre adolescente: riesgos, morbilidad y mortalidad neonatal. *Rev. Chil. Obstet. Ginecol.* [Internet]. 2012 [citado 24 Ag 2017]; 77( 5 ): 1-7. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75262012000500008&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262012000500008&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75262012000500008>.
  21. Petracci M, Pecheny M, Mattioli M, Capriati A. El aborto en las trayectorias de mujeres y varones de la ciudad de Buenos Aires. *Sexualidad, Salud y Sociedad-Revista Latinoamericana* [Internet]. 2012 [citado 20 jul 2017]; 12: [aprox. 33 p.]. Disponible en: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/ojs/index.php/SexualidadSaludySociedad/article/view/4015/3102>.
  22. Sánchez M, Sánchez T, Sánchez T. Capacidad predictiva de la erotofilia y variables sociodemográficas sobre el debut sexual. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud.* [Internet]. 2014 [citado 25 Ag 2017]; 5(1): [aprox. 16 p.]. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4509447>.
  23. Calero J, Vázquez J, Domínguez E. Comportamientos sexuales y reconocimiento sintomático de las infecciones de transmisión sexual (ITS) en estudiantes cubanos de escuelas de artes y deportes. *Rev Cubana Obstet Ginecol* [Internet]. 2010 [citado 24 Jul 2017]; 36(3): 1-13. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-600X2010000300009&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2010000300009&lng=es).
  24. Núñez M, Jenaro C, Flores N, & Guzmán K. Factores culturales asociados a las conductas sexuales en estudiantes universitarios de Uruguay y España. *Revista Psicología, Conocimiento y Sociedad* [Internet]. 2014 [citado 25 Ag 2017]; 4(1): [aprox. 26 p.]. Disponible en: <http://www.revista.psico.edu.uy/index.php/revpsicologia/article/view/176/170>.
  25. Fernández A, Celis K, Córdova N, Dufey M, Corrêa M, Benedetti J. Sexualidad juvenil: prácticas, actitudes y diferencias según sexo y variables de personalidad en universitarios chilenos. *Rev. Méd. Chile* [Internet]. 2013 [citado 16 Ag 2017]; 141(2): 1-6. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872013000200003&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013000200003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000200003>.
  26. Navarro E, Barcelo R. Conocimientos, actitudes y habilidades de los adolescentes escolarizados del sector público de Barranquilla (Colombia) relacionados con su sexualidad. *Revista Científica Salud Uninorte* [Internet]. 2013 [citado 18 jul 2017]; 29(2): [aprox. 17 p.]. Dis-

- ponible en: <http://www.rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/view/3404/3379>.
27. Ravelo A. Sexo, amor y erotismo palabras que provocan. La Habana: Editorial de la Mujer; 2011.
  28. Morales S, Arboleda O, Segura Á. Las prácticas sexuales de riesgo al VIH en población universitaria. *Revista de Salud Pública*. [Internet]. 2014[citado 19 jul 2017]; 16 (1): 1-15. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v16n1/v16n1a03.pdf>.
  29. Muñoz M, García N, Rosane G, Tholl A. Conductas sexuales en el cotidiano de adolescentes y jóvenes de la cultura hip hop. *Texto Contexto - Enferm* [Internet]. 2014 [citado 24 Jul 2017]; 23 (1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://www.dx.doi.org/10.1590/S0104-07072014000100015>.
  30. Sánchez J, Sabuco A, Amorós M. Relación entre la edad de debut sexual y el sexo bajo los efectos de las drogas en la adolescencia. *Revista Española de Drogodependencias* [Internet]. 2013 [citado 26 Jul 2017]; (1): [aprox. 11 p.]. Disponible en: [http://www.aesed.com/descargas/revistas/v38n1\\_3.pdf](http://www.aesed.com/descargas/revistas/v38n1_3.pdf).
  31. Heeren G, Mandeya A, Jemmott J. Multiple partners and condom use among students at a South African university. *Journal of evidence- based social work* [Internet]. 2014 [citado 27 Jul 2017]; 11(5): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15433714.2012.759468#abstract>.
  32. Espada J, Morales A, Orgilés M. Riesgo sexual en adolescentes según la edad de debut sexual. *Acta Colombiana de Psicología* [Internet]. 2014 [citado 16 Jul 2017]; 17(1): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.repository.ucatolica.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10983/1225/v17n1a06.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  33. Gómez M, Simich L, Strike C, Brands B, Giesbrecht N, Khenti A. Medio social y uso simultáneo de alcohol y tabaco en estudiantes universitarios de pregrado de carreras de ciencias de la salud de una universidad, Cundinamarca–Colombia. *Texto & Contexto Enfermagem* [Internet]. 2012 [citado 26 Jul 2017]; 21: 1-8. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v21nspe/v21nspea05.pdf>.



# VALIDACIÓN DE LA ECUACIÓN PREDICTIVA DE PESO “ADVANCED PEDIATRIC LIFE SUPPORT” EN NIÑOS/AS ENTRE 1 Y 10 AÑOS DE EDAD DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(VALIDATION OF THE PREDICTIVE EQUATION OF WEIGHT “ADVANCED PEDIATRIC LIFE SUPPORT” IN CHILDREN BETWEEN 1 AND 10 YEARS OLD OF THE PROVINCE OF CHIMBORAZO)

Andrés Fernando Vinueza Veloz <sup>(1)</sup>, Katherin Carmita Vallejo Andrade <sup>(1)</sup>,  
Zully Mayra Romero Orellana <sup>(1)</sup>, María Fernanda Vinueza Veloz <sup>(1)\*</sup>

(1) Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

\* Correspondencia. Correo electrónico: mafervive@gmail.com (M. F. Vinueza Veloz)

## RESUMEN

Al tratar un niño/a es de especial importancia dosificar de manera óptima los medicamentos en base a su peso. Pero en casos de emergencia donde las condiciones no permiten su pesaje, se emplean ecuaciones predictivas. Una de ellas es la ecuación “Advanced Pediatric Life Support” (APLS), cuyo valor predictivo ya ha sido cuestionado por estudios previos. Además, hasta el momento se desconoce su precisión para predecir el peso de niños/as ecuatorianos/as. El objetivo del presente estudio es validar la ecuación APLS en la población infantil de la provincia de Chimborazo, Ecuador. Para ello se realizó un estudio de tipo transversal, analítico usando datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU) realizada en Ecuador en el 2012. La muestra incluyó 515 niños/as de 1 a 10 años de edad, de los cuales el 72% se auto-identificó como mestizo y el resto como indígena. La ecuación APLS subestimó el peso real en el 89% de los casos (n = 460) y lo sobrestimó en el 11% de los casos (n = 55). Se concluye que la ecuación APLS tiene bajo valor predictivo para estimar el peso de niños de Chimborazo, Ecuador.

**Palabras claves:** Ecuador, ecuación predictiva, peso, APLS, niños/as, emergencia

## ABSTRACT

When providing medical care to infants it is important to dose drugs accurately and this dosage should be based on the weight of the child. However, in emergency situations whether it is not possible to weight the child it is common to use predictive equations. One of the most commonly used is “Pediatric Advanced Life Support” (APLS), whose predictive value has been already questioned by previous studies. Moreover, its precision to predict the weight of Ecuadorian children is unknown. The objective of the present study is to validate the APLS equation in children of Chimborazo, Ecuador. To accomplish this objective we performed a transversal, longitudinal study using data from the “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición” (ENSANUT-ECU), carried out in Ecuador in 2012. The sample included 515 children with an age between 1 to 10 years, from whom 72% identify themselves as mestizos and the rest as indigenous. The APLS equation

underestimated the real weight of children in 89% of the cases ( $n = 460$ ) and overestimated it in 11 % of the cases ( $n = 55$ ). It is concluded that the APLS equation has little predictive value to estimate the weight of children of Chimborazo, Ecuador.

**Key words:** *Ecuador, predictive equation, weight, APLS, children, emergency*

## 1. Introducción

La errónea consideración de que la farmacoterapia pediátrica es similar a la del adulto podría conllevar a iatrogenia, por ello se debe recordar algunos aspectos propios de la farmacocinética pediátrica. Por ejemplo, en menores de un año existe menor capacidad de unión del compuesto farmacológico a las proteínas transportadoras plasmáticas, de igual manera en menores de tres años se observa disminución de la capacidad de biotransformación de fase I (1). Estas consideraciones farmacocinéticas hacen que la dosificación pediátrica se calcule en base a la concentración del fármaco y el peso del niño, es decir, en gramos de medicamento por Kg de peso (2) y por ello es esencial conocer el peso exacto del niño/a. Sin embargo, debido a que en el servicio de emergencia no se dispone del tiempo necesario y que en general la gravedad de los casos que ingresan no permite que se pese a los niños, es necesario el empleo de ecuaciones predictivas de peso pediátrico (EPPP). Estas ecuaciones consisten en operaciones aritméticas que combinan variables conocidas y de fácil obtención (edad, talla, diámetro braquial, etc) (3). Las variables que se incluyen en las ecuaciones se obtienen mediante el análisis estadístico de grandes muestras poblacionales que provienen de poblaciones a nivel mundial y local (4, 5).

Para que estas ecuaciones resulten prácticas en la clínica se requiere que las mismas tengan varias características: deben ser de rápida y fácil utilización, no deben requerir cálculos complicados y principalmente, deben acercarse lo más posible al peso real del paciente (6). Por este motivo, una de las variables más utilizadas es la edad del niño en números enteros (7). Una de las ecuaciones más utilizadas en emergencia es la fórmula propuesta por el consenso “Pediatric Advanced Life Support” (APLS), que es una agrupación médica internacional encargada de redactar guías de práctica clínica a implementarse en el departamento de emergencia. La ecuación APLS y que data de 1952 es la siguiente:  $peso = \left(\frac{edad}{2}\right) + 4$  (8), ha sido ampliamente validada aunque con resultados variados. Por ejemplo en niños de la Unión Europea tiende a subestimar el peso en un 24% (6), en niños de Oceanía y Colombia tiende a sobrestimar el peso, en un 11 % y 12 %, respectivamente (6, 9).

Debido a esta variabilidad en la estimación del peso, desde la 5<sup>ta</sup> edición de APLS (10) se sugiere utilizar distintas fórmulas según la edad del niño, pero se ha demostrado que la estratificación por edad no determina un beneficio clínico demostrable tras su implementación (11). Hay que considerar que la población infantil en base a la que se obtuvo la ecuación APLS es de origen anglosajón, la

cual muestra claras diferencias antropométricas en comparación con niños latinoamericanos (12). Este hecho y la revisión bibliográfica realizada que indica que esta ecuación no ha sido validada en Ecuador y tampoco en Chimborazo justifica la realización del presente trabajo.

## 2. Material y Métodos

El presente trabajo es un estudio de tipo transversal analítico. La base de datos que se utilizó se obtuvo de ENSANUT-ECU, una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en Ecuador, en el 2012. La ENSANUT-ECU es una encuesta de cobertura nacional que recogió información personal, geográfica, étnica y antropométrica de personas entre 0 y 59 años de todas las regiones del país. Del total de la muestra, en total 92 505 personas se seleccionaron todos los niños y niñas sanas con edad comprendida entre 1 y 10 años, en total 17 251 infantes. De ellos se excluyó a los infantes con peso fuera del percentil 1 y 99 dando como resultado una muestra de 16909 niños, de los cuales solo se selecciono a los residentes en Chimborazo, lo que resultó en una muestra de 515 niños (Figura 1).

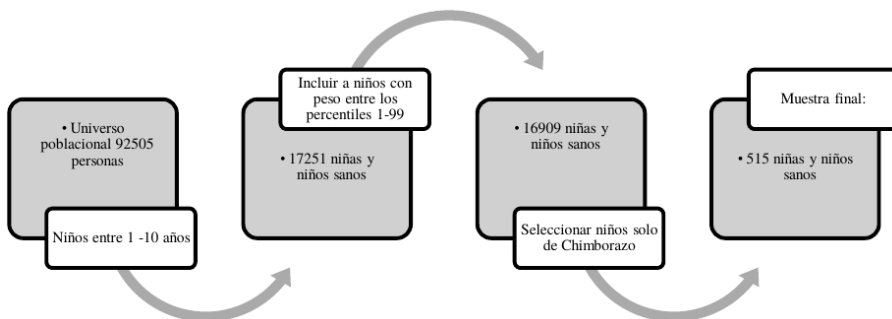


Gráfico 1: Pasos que se siguieron para extraer la muestra. De la muestra inicial se incluyeron niñas y niños con una edad entre 1 y 10 años, con un peso entre los percentiles 1 y 99 y residentes en la provincia de Chimborazo. En total la muestra final estuvo compuesta por 515 niñas y niños.

Los niños incluidos en el estudio fueron pesados por tres ocasiones el mismo día con una balanza eléctrica dotada de una precisión de  $\pm 100\text{g}$ , con estas tres mediciones se calculó el promedio de peso, cuantificado en kilogramos. El peso promedio real de los niños se tomó como referencia (gold standard), con el que comparó la predicción de peso obtenida mediante la ecuación APLS. La EPPP usada se calculó en base a la siguiente fórmula:  $peso = \left(\frac{edad}{2}\right) + 4$ .

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Resultados

La muestra estuvo conformada por 515 niños y niñas con una edad entre 1 y 10

años, compuesta en un 49% por hombres y un 51% por mujeres. La media de edad de toda la muestra rodea los 5 años de edad. La media tanto de edad como de peso es similar entre niños y niñas (Tabla 1).

	Masculino (n = 254, 49%)		Femenino (n = 261, 51%)	
	Media	DE	Media	DE
<b>Edad (años)</b>	5.51	2.92	5.08	2.96
<b>Peso (Kg)</b>	28.73	5.47	28.99	5.63

Tabla 1. Datos de peso y talla de acuerdo al género. La muestra final estuvo compuesta por 515 niños y niñas, de los cuales el 51% fueron niñas. *Abreviaturas: n = número; D. E. = desviación estándar*

En cuanto al grupo étnico, la muestra estuvo compuesta en su mayoría por mestizos (n = 371, 72%), el grupo de indígenas representó menos del 30% de la muestra (Tabla 2). Además se observó que el peso de los niños/as mestizos fue mayor que el de los indígenas (29.69 Kg vs 26.72 Kg) (Tabla 2).

	Mestizos (n = 371, 72%)		Indígenas (n = 144, 28%)	
	Media	DE	Media	DE
<b>Edad (años)</b>	5.37	2.96	5.07	2.91
<b>Peso (Kg)</b>	29.69	5.52	26.72	5.03

Tabla 2. Datos de peso y talla de acuerdo al grupo étnico. La muestra final estuvo compuesta por 515 niños y niñas, de los cuales el 72% fueron mestizos. *Abreviaturas: n = número; D. E. = desviación estándar*

La media del peso real de toda la muestra fue de 28.86 Kg (DE = 5.5), el peso medio obtenido mediante la utilización de la ecuación APLS fue de 18.58 Kg (DE = 5.9). La diferencia entre el peso real y el peso calculado con APLS fue de 10.28 Kg, lo que indica una subestimación con respecto al peso real del 36%. La estratificación del peso APLS de acuerdo al grupo étnico indicó la diferencia entre este y el peso real fue más acentuada entre los mestizos (10.94 Kg) en comparación con los indígenas (8.57 kg), lo que corresponde al 37% y 32% respectivamente del peso real (Tabla 3).

	Mestizos		Indígenas	
	Media	DE	Media	DE
<b>Peso real (Kg)</b>	29.69	5.52	26.72	5.03
<b>Peso APLS (Kg)</b>	18.75	5.93	18.15	5.82
<b>Diferencia (Kg)</b>	10.94 (37%)	-	8.57 (32%)	-

Tabla 3. Comparación entre peso real y peso APLS de acuerdo al grupo étnico. El peso APLS fue menor que el peso real tanto entre mestizos como en indígenas, sin embargo la subestimación fue mayor entre mestizos. *Abreviaturas: n = número; D. E. = desviación estándar*

Así también se observó que en la mayor parte de la muestra ( $n = 460$ , 89%), la ecuación APLS subestimó el peso de los niños/as. Sólo en el 11% ( $n = 55$ ) de la muestra, el peso se sobrestimó.

### 3.2 *Discusión*

Si bien la cuantificación del peso en la población pediátrica, en el servicio de emergencias suele realizarse de manera empírica mediante estimación visual, este método implica que se cometan errores, en este sentido se podría subestimar el peso en un 100% o sobrestimar hasta en un 300% (13). Este error en la estimación en la sala de emergencias podría resultar en casos de iatrogenia al administrar dosis erróneas de fármacos con una estrecha ventana terapéutica, lo que incluye la adrenalina y la digoxina (14, 15). En estos casos y debido a que de hecho fisiológicamente los niños tienen una menor concentración hepática de citocromo p450 (16), los efectos perjudiciales tras una dosificación errónea se verían exacerbados (17). Es por ello que es importante realizar el cálculo ponderal de la manera más exacta posible y precisa y para ello están las ecuaciones predictivas de peso pediátrico y de ellas la empleada y validada mayoritariamente es la ecuación APLS (18-21).

Al aplicar la ecuación APLS en niños chimboracenses de 1 a 10 años se observó que esta ecuación subestimó el peso en aproximadamente 36% del peso real, en aproximadamente el 90% de los infantes estudiados. Esta subestimación fue mayor que la encontrada en otros estudios como el realizado por Luscombe et al. en 17000 niños ingleses en donde se concluye que la ecuación APLS subestima el peso de los niños en un 18.6% (22) y en el estudio realizado por Jiménez et al. en 450 niños mexicanos, que indica que la ecuación APLS subestima el peso en un 18.7% (23). En ambos estudios la subestimación se incrementó a medida que incrementada la edad de los niños estudiados, lo cual se intentó corregir desde la quinta edición del APLS (10). De este modo, se sugirió el uso de tres ecuaciones dependiendo del grupo etario: en niños de 0 a 1 años la ecuación es  $peso = \left(\frac{edad}{2}\right) + 4$ , en niños de 1 a 5 años la ecuación es  $peso = (edad \times 2) + 8$  y en niños de 5 a 12 años la ecuación es  $peso = (edad \times 3) + 7$ . Pese a ello, la estratificación por grupos de edad no ha mostrado beneficios clínicos como concluye la investigación realizada por Hulme et al. en 3000 niños ingleses (11).

La ecuación APLS pudo haber errado en la predicción del peso debido a que incluye una sola variable (edad) (24) excluyendo a variables como la etnia que se ha comprobado se asocia también al peso. Por ejemplo, en la validación de la ecuación APLS en niños de Oceanía realizado por Theron et al. (9) se concluye que la etnia influye en los resultados ya que la subestimación ponderal es menor en niños maoríes (media de subestimación ponderal = 5.51 kg) en relación con niños samoanos y tonganeses (media de subestimación ponderal = 11.13 kg) pese a que ambos grupos étnicos residen en la misma zona geográfica (25). El efecto del grupo étnico se hace notar en nuestro estudio al contrastar la diferencia pon-

deral calculada por la ecuación APLS entre indígenas (subestimación ponderal = 34.8%) y mestizos (subestimación ponderal = 35.9%), donde se observa que la subestimación ponderal es mayor en mestizos. La subestimación ponderal podría deberse a la evolución antropométrica que sufre una población a lo largo del tiempo a causa de cambios nutricionales y sociales (26). Esta posible explicación se apoya en la diferencia cronológica de 60 años entre la fecha de publicación de la ecuación APLS que data de 1952 (8) y el estudio ENSANUT-ECU (27), tiempo suficiente para que la ecuación APLS desarrollada luego de la II Guerra Mundial ya no se acople a una sociedad con niveles cada vez más altos de obesidad infantil (26, 28, 29).

En Ecuador no ha sido validada ninguna EPPP por lo cual este artículo pretende incentivar la investigación nacional para validar ecuaciones propuestas previamente e incentivar el desarrollo de nuevos métodos para la obtención ponderal pediátrica. Finalmente, los investigadores creemos que es posible obtener un peso más exacto mediante la inclusión de más variables, estratificación y cálculos más complejos, si bien esto se opone al precepto de que la ecuación debe ser lo más sencilla posible (6, 29). Este inconveniente puede ser solucionado con la ayuda de medios tecnológicos como aplicaciones móviles, las cuales están siendo ampliamente utilizadas por estudiantes de medicina, médicos y trabajadores de la salud (28). Por ejemplo, la encuesta realizada por Boruff et al. en 1210 estudiantes y médicos canadienses concluye que el 92.6% de los encuestados posee un Smartphone y de estos el 57.9% usa su dispositivo móvil para realizar cálculos clínicos (30). Por lo que se propone que las próximas EPPP deberían obtenerse a través de aplicaciones tecnológicas que permitan obtener datos más exactos.

#### **4. Conclusiones**

La ecuación APLS subestima el peso pediátrico en cerca del 90% de los niños de Chimborazo de entre 1 a 10 años. Esta subestimación corresponde al 36% del peso real. El porcentaje de subestimación es mayor en niños/as mestizos (37%) en comparación con niños/as mestizos (32%). Se recomienda la elaboración de una nueva ecuación que sea más sensible a las diferencias demográficas de la población ecuatoriana.

#### **Agradecimientos**

Agradecemos a la ingeniera Isabel Escudero docente de la Escuela de Física y Matemáticas por su ayuda aclarando algunos conceptos estadísticos. También a las doctoras Silvia A. Proaño Lucero y Paulina Robalino, cuyo liderazgo y apoyo nos impulsó y motivó en la realización del presente trabajo.

#### **Conflicto de intereses**

Los autores refieren no presentar ningún conflicto de interés.



## Referencias

1. Saavedra I, Quiñones L, Saavedra M, Sasso J, León J, Roco A. Farmacocinética de medicamentos de uso pediátrico, visión actual. *Revista chilena de pediatría*. 2008;79(3):249-58.
2. Velásquez O. *Pediadosis, Dosis de Medicamentos en Pediatría*. 6ª. Ed; 2007.
3. ABAU Y, KO A, CI M, BO S, DJA Y, JA E. PRONOSTIC DE LA RUPTURE UTÉRINE AU COURS DU TR AVAIL: À PROPOS DE 293 CAS COLLIGÉS AU CHU DE BOUAKÉ (CÔTE D'IVOIRE). *Médecine tropicale*. 2006;66(5):472.
4. De Onís M, Garza C, Victora C, Onyango A, Frongillo E, Martines J. El Estudio Multi-centro de la OMS de las Referencias del Crecimiento: Planificación, diseño y metodología. *Food and Nutrition Bulletin*. 2004;25(1):S15-S26.
5. Statistics NCFH. Plan and Operation of the Third National Health and Nutritional Examination Survey, 1988-94. Series 1: programs and collection procedures. *Vital Health Stat 1*. 1994;32:1-407.
6. Joya A, Andrés Y. Fórmulas para la estimación rápida del peso a partir de la edad y su correlación con el peso medido en una población pediátrica de Colombia entre los 2 y 15 años: Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
7. Luscombe MD, Owens BD, Burke D. Weight estimation in paediatrics: a comparison of the APLS formula and the formula 'Weight= 3 (age)+ 7'. *Emergency Medicine Journal*. 2011;28(7):590-3.
8. Fanconi G, Wallgren A, Collis WRF-G, Collis R. *Fanconi and Wallgren's Textbook of Paediatrics*: William Heinemann; 1952.
9. Theron L, Adams A, Jansen K, Robinson E. Emergency weight estimation in Pacific Island and Maori children who are large-for-age. *Emergency Medicine Australasia*. 2005;17(3):238-43.
10. Fuchs S. *APLS: The Pediatric Emergency Medicine Resource* 5th ed. 2012.
11. Hulme P, Javaid A, Anderson K, Carley S. APLS estimation formulas do not safely predict weight in UK children. *Academic Emergency Medicine*. 2012;19(6):777.
12. Vassallo P, Azzolina D, Soriani N, Gregori D, Lorenzoni G. Association between simple anthropometric measures in children of different ethnicities: results from the OBEY-AD study.
13. Greig A, Ryan J, Glucksman E. How good are doctors at estimating children's weight? *Emergency Medicine Journal*. 1997;14(2):101-3.
14. Soler Orbeta P, García S, Zilleruelo Baeza R, Enríquez G, Eimbcke M, Vicuña M, et al. Concentraciones séricas de digoxina en niños tratados con beta metil digoxina. *Rev Chil Pediatr*. 1991;62(6):350-4.
15. Martínez C, Barrueco N, Panadero E. Dosis máximas de los fármacos de alto riesgo. *Anales de Pediatría Continuada*. 2008;6(2):117-21.
16. Ortiz DM, Carranza RC, Ramírez AMD, Mejía AV. CITOCROMO P450 HEPÁTICAS DURANTE LAS ETAPAS FETAL Y PEDIÁTRICA. *Revista de Educación Bioquímica*. 2012;31(2):60-71.
17. Gervasinil G, Carrillo JA, Benítez J. Importancia del citocromo P-450 en terapéutica farmacológica. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*. 2004.
18. Martínez DRF, Miranda VM, Molina D. Método rápido para estimar el peso corporal en urgencias pediátricas. *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*. 2009;8(1):1.
19. Flores B, De León J, Bulux J. Ecuaciones predictivas de peso y talla para niños de dos a seis años de edad, de Guatemala. *Avances en Seguridad Alimentaria y Nutricional*. 2008;3:53-7.
20. Young KD, Korotzer NC. Weight estimation methods in children: a systematic review. *Annals of emergency medicine*. 2016;68(4):441-51. e10.



21. Ferriols listar F NC, Moll Sendrá J. Validación de diferentes formulas para la obtencion del peso en pediatria. Sociedad española de farmacia hospitalaria2012 [Available from: <https://www.sefh.es/53congreso/documentos/posters/378.pdf>].
22. Luscombe M, Owens B. Weight estimation in resuscitation: is the current formula still valid? *Archives of disease in childhood*. 2007;92(5):412-5.
23. Jiménez MR, Pajares AL, Bartolomé AA, Bartolomé EP, Prada CN, Pereda GA. Análisis de la validez de diferentes fórmulas para estimar el peso en función de la edad en urgencias de pediatria. *Revista española de pediatria: clínica e investigación*. 2014;70(1):33-7.
24. Strang G. *Algebra lineal y sus aplicaciones*: Fondo Educativo Interamericano; 1982.
25. Olivares RC. OCÉANO PACÍFICO, UN HEMISFERIO DE AGUA. *Revista de Marina* N°.956:50-5.
26. Martínez-Carrión JM. La talla de los europeos, 1700-2000: ciclos, crecimiento y desigualdad. *Investigaciones de Historia Económica*. 2012;8(3):176-87.
27. Philippe Belmont M. Ecuador's National Health and Nutrition Survey: objectives, design, and methods. *Annals of Epidemiology*. 2015;30:1e2.
28. Braguinsky J, editor *Prevalencia de obesidad en América Latina*. Anales del sistema Sanitario de Navarra; 2002.
29. Dei-Cas P. Sobrepeso y obesidad en la niñez: relación con factores de riesgo. *Arch argent pediatr*. 2002;100(5):368-73.
30. Boruff JT, Storie D. Mobile devices in medicine: a survey of how medical students, residents, and faculty use smartphones and other mobile devices to find information. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*. 2014;102(1):22.

# RELACIONAR EL ESTADO NUTRICIONAL, INGESTA ALIMENTARIA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN ADOLESCENTES DE 10 Y 11 AÑOS EN LA UNIDAD EDUCATIVA COMBATIENTES TAPI “COMIL” DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y EL CENTRO EDUCATIVO BILINGÜE “LA GRANJA” 2018.

\*Cristina Valeria Calderón Vallejo<sup>(1)</sup>; Andrea Cristina Yépez Chiriboga<sup>(2)</sup>;  
Victoria Margoth Figueroa Balarezo<sup>(2)</sup> ; Vanesa Eugenia López Rosero<sup>(2)</sup>

(1) Docente Escuela de Nutrición y Dietética de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*correspondencia autor: C Calderón-Vallejo.

ESPOCH Panamerica Sur kilómetro ½. Tel:0998454458  
cristina.calderon@esPOCH.edu.ec; cris\_val\_19@hotmail.com

## RESUMEN

El presente artículo se centra en la relación que desempeña la actividad física, con la ingesta alimentaria y el estado nutricional de los adolescentes, destacando el papel en la prevención de la morbimortalidad producto de las enfermedades crónicas asociadas a la nutrición. La presencia de obesidad entre los adolescentes, es un problema que va en aumento en países de todo el mundo. Su desarrollo obedece a factores de tipo genético y a aquellos relacionados con el estilo de vida, entre los que se destaca la inactividad física. En este sentido se hace hincapié en la relación entre la inactividad física y la existencia de ciertos tipos de enfermedades cardiometabólicas, y la aparición del sobrepeso y obesidad el cual constituyen en la actualidad, un problema de salud pública a nivel mundial, por ello el motivo del presente artículo señala la importancia de la actividad física ya que se ha asociado también a efectos psicológicos beneficiosos en los adolescentes, gracias a un mejor control de la ansiedad y la depresión. Asimismo, la actividad física puede contribuir al desarrollo social de los jóvenes, dándoles la oportunidad de expresarse y fomentando la autoconfianza, la interacción social y la integración. También se ha sugerido que los jóvenes activos pueden adoptar con más facilidad otros comportamientos saludables, como: evitar el consumo de tabaco, alcohol y drogas, y tienen a mejor su rendimiento escolar, por ende un buen estado nutricional, adoptar correctos hábitos alimentarios mejoran su calidad de vida y previenen enfermedades en la adultez.

**Objetivos:** Determinar si la ingesta alimentaria, actividad física y estado nutricional de los adolescentes son similares según el lugar de estudio en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo y en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua.

**Palabras claves:** *estado nutricional, actividad física, ingesta alimentaria, nutrición, morbimortalidad, trastornos alimentarios, métodos antropométricos.*

## ABSTRACT

This article focuses on the relationship between physical activity, dietary intake and nutritional status of adolescents, highlighting the role in the prevention of morbidity and mortality resulting from chronic diseases associated with nutrition. The presence of obesity among adolescents is a problem that is increasing in countries around the world. Its development is due to genetic factors and those related to lifestyle, among which physical inactivity stands out. In this sense, emphasis is placed on the relationship between physical inactivity and the existence of certain types of cardiometabolic diseases, and the onset of overweight and obesity which currently constitute a public health problem worldwide, which is why of the present article points out the importance of physical activity since it has also been associated with beneficial psychological effects in adolescents, thanks to a better control of anxiety and depression. Likewise, physical activity can contribute to the social development of young people, giving them the opportunity to express themselves and fostering self-confidence, social interaction and integration. It has also been suggested that active young people can more easily adopt other healthy behaviors, such as: avoiding the use of tobacco, alcohol and drugs, and have better school performance, therefore a good nutritional status, adopt correct eating habits improve their quality of life and prevent diseases in adulthood.

**Objective:** To determine if the dietary intake, physical activity and nutritional status of the adolescents are similar according to the place of study in the city of Riobamba province of Chimborazo and in the city of Ambato province of Tungurahua.

**Key words:** *Nutritional condition, physical activity, food intake, nutrition, morbimortality, food disorders, anthropometric methods.*

## 1. Introducción

La adolescencia, es un período crucial del ciclo vital, en que los individuos toman una nueva dirección en su desarrollo, y se alcanza la madurez sexual (pubertad) Dina Krauskop (2004). La alimentación constituye uno de los factores extrínsecos más relevantes en el proceso de crecimiento y desarrollo del individuo, durante la infancia y la adolescencia. Los hábitos alimentarios y los estilos de vida se adquieren en los primeros años de vida y permanecen a lo largo de esta, influyendo de forma importante en las prácticas alimentarias que se siguen en la etapa siguiente que es la edad adulta. En la actualidad, es de suma importancia conocer los hábitos alimentarios, actividad física y estado nutricional de la población, no solamente desde el punto de vista nutricional sino educacional, ya que proporcionan datos para planificar programas de intervención y evitar trastornos alimentarios en los adolescentes (1). En 2010, a escala mundial, un 81% de los adolescentes de 11 a 17 años de edad no se mantenían suficientemente activos. Las chicas eran menos activas que los chicos: un 84% de ellas incumplía las recomendaciones de la OMS, por un 78% en el caso de los varones (2). Aun cuando la influencia del comedor escolar ha aumentado, sobretudo en el medio urbano, la familia es la principal referencia para la alimentación del niño y adolescente. Durante la adolescencia, las comidas familiares no solo constituyen

un modelo de alimentación, sino que también se convierten en un punto de encuentro entre sus miembros, con claras repercusiones más allá del ámbito de la salud (3,4,). Según las “Recomendaciones mundiales sobre la actividad física y la salud”, publicadas por la OMS en 2010, se centran en la prevención primaria. En ellas se proponen diferentes opciones en materia de políticas para alcanzar los niveles recomendados de actividad física en el mundo. Ante esta realidad, se ha planteado la necesidad de concientizar y promover la prevención y promoción de una vida saludable, dándole énfasis en el mundo de la educación en cuanto a la ingesta alimentaria y la actividad física donde se agregan el sistema escolar y la formación profesional.

## **2. Metodología**

Se realizó un estudio no experimental de corte transversal. La presente investigación se desarrolló con un numero de muestra de 100 adolescentes entre 10 y 11 años de edad de sexo masculino y femenino de cada Unidad educativa con un total de 200 estudiantes, pertenecientes de la Provincia de Chimborazo y la Provincia de Tungurahua, los mismos que fueron seleccionados de manera intencionada para realizar el estudio; lo cual para alcanzar el objetivo fueron evaluados: antropométricamente, mediante encuestas como recordatorio de 24 horas y Test Krece Plus para Actividad Física.

## **3. Resultados**

En la tabla número 2 se observa los resultados de distribución porcentual de la población de sexo femenino según IMC/EDAD, en donde un 72% de la población femenina de la institución fiscal se encontraba normal y un 13% con sobrepeso, mientras en la institución particular se proyectó un IMC/EDAD normal en un 57% mientras que el sobrepeso en un 28%.

En la tabla número 3 se observa los resultados de distribución porcentual de la población de sexo masculino según IMC/EDAD, en donde un 72% de la población femenina de la institución fiscal se encontraba normal y un 13% con sobrepeso, mientras en la institución particular se proyectó un IMC/EDAD normal en un 57% mientras que el sobrepeso en un 28%. En la tabla número 4 se observan los resultados de actividad física: En la cual el 9% tiene una actividad física sedentaria, el 21% se encuentra ligeramente activo, el 49% un tanto activo y el 21% tiene una actividad física activa la Unidad educativa Combatientes Tapi; mientras que en el Centro Educativo Bilingüe “La Granja” tiene un 12% una actividad física sedentaria, el 49% ligeramente activo, el 28% un tanto activo y el 11% tiene una actividad física activa.

Unidad educativa Combatientes Tapi “COMIL” (FISCAL)			
Can	Diagnostico		
PROTEÍNAS	Bajo (70%)	(20%) adec.	(10%) muy bajo
GRASA	Alto (67%)	(15%) adec.	(18%) Exc
CHO	Alto (75%)	(25%) adec.	

Centro Educativo Bilingüe “LA GRANJA” (PARTICULAR)			
Can	Diagnostico		
PROTEÍNAS	Exceso (60%)	(30%) adec.	(10%) bajo
GRASA	(60%) adec.	(20%) Alto	(20%) Exceso
CHO	Bajo (55%)	(30%) adecuado	(15%) Alto

**Nota:** Según la FAO – OMS el consumo de proteínas debe ser 1 gramo diario por kilogramo de peso, el grupo de estudio refleja que en el colegio fiscal consume bajo contenido de proteína, mientras que el colegio particular hay un exceso, los adolescentes deben consumir 296g de carbohidrato al día principalmente carbohidratos complejos, y el colegio, el fiscal consume más que el colegio particular, los adolescentes deben consumir 72.3g de grasa al día principalmente de grasa insaturada, poliinsaturada y mono insaturada el colegio fiscal consume más que el particular.

Tabla 1. Ingesta alimentaria  
Distribución porcentual de la población según can macronutrientes

Unidad educativa Combatientes TAPI “Comil” (FISCAL)				
Normal	Delgadez	Sobrepeso	Obesidad	
72%	2%	13%	13%	

Centro Educativo Bilingüe “LA GRANJA” (PARTICULAR)				
Normal	Delgadez	Delgadez severa	Sobrepeso	Obesidad
57%	4%	4%	28%	7%

Nota:

Tabla 2. Estado nutricional  
Distribución porcentual de la población de sexo femenino según imc/edad.

Unidad educativa Combatientes TAPI “Comil” (FISCAL)				
Normal	Delgadez	Sobrepeso	Obesidad	
59%	0%	20%	21%	

Centro Educativo Bilingüe “LA GRANJA” (PARTICULAR)				
Normal	Delgadez	Delgadez severa	Sobrepeso	Obesidad
50%	4%	severa 4%	29%	13%

Nota:

Tabla 3. Estado nutricional  
Distribución porcentual de la población de sexo masculino según imc/edad.

Unidad educativa Combatientes TAPI “Comil” (FISCAL)			
Sedentario 9%	Ligeramente activo 21%	Un tanto activo 49%	Activo 21%
Bilingüe “LA GRANJA” (PARTICULAR)			
Sedentario 12%	Ligeramente activo 49%	Un tanto activo 28%	Activo 11%
Nota:			

Tabla 4. Actividad física  
Distribución porcentual de la población según el modo de ir al colegio habitualmente.

#### 4. Discusión

Se observan similitudes muy significativas al relacionar la ingesta alimentaria, en los adolescentes de las unidades educativas tanto particular como fiscal. La calidad de ingesta podría estar reflejado en el nivel económico de las familias y esto hace que exista una inseguridad alimentaria (desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996) ya que no todos tienen acceso a los diferentes grupos de alimentos que son necesarios para el desarrollo y crecimiento de los adolescentes, además no existe un compromiso por parte de padres de familia para motivar a sus hijos a comer saludable, ya que los programas y guías alimentarias que el ministerio de salud pública (MSP) han venido realizando para mejorar la calidad de la alimentación no son tomadas en serio. Una evaluación antropométrica (Fraccionamiento Antropométrico modificado/ ENFA) es fundamental e indispensable para poder intervenir en la población, esto nos permite distinguir a los sujetos “sanos” de los “malnutridos” con el fin de seleccionar a aquellos que precisan de una atención prioritaria. Hemos prescindido de métodos sencillos y prácticos como son la talla y el peso y vimos una relación similar tanto en adolescentes del establecimiento fiscal como el privado y resultaron en un estado normal más de un 50% (esto se corroboró con curvas de la OMS para adolescentes, 2007). No ocurre lo mismo con los hábitos de actividad física, pues muestran diferencias entre establecimientos fiscales y privados. El 57% de los adolescentes que asisten a establecimientos fiscales llegan caminando, mientras que el 51% de los adolescentes de establecimientos privados llegan en coche pero le contrarresta con que el 90% de los adolescentes de establecimientos privados tienen 3 horas semanales o más de ejercicio programado, un 60% en los establecimientos fiscales, tienen sólo los 90 min del programa escolar (esto se corroboró por medio de la OMS, Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud). Se ha demostrado que sujetos que practican menos de 2,5 horas semanales de actividad física moderada o vigorosa, tienen un aumento en la prevalencia de DM2 (85%), enfermedad coronaria diabética (92%), infarto al miocardio (117%) y mortalidad (41%), en comparación con sujetos que mantienen >2,5 horas (5,6). Si bien no hubo diferencias en actividades como

caminar fuera del establecimiento, actividades de recreación, actividades de fin de semana, se ha demostrado una fuerte asociación entre la inactividad física y enfermedades como DM2 y cardiopatía isquémica.

## 5. Conclusión

Al relacionar el estado nutricional, se pudo evidenciar que en ambos colegios tanto particular como privado, los problemas que se presentan son más prevalentes en mujeres; Al evaluar el indicador TALLA//EDAD se encontró un porcentaje alto de obesidad de un 20%; mientras que en los hombres es un 12%. Al determinar la frecuencia de consumo de alimentos de los adolescentes, se observó que existe una relación del estado nutricional con la ingesta alimentaria y la actividad física ya que presentan problemas de sobrepeso y obesidad debido a la dieta monótona alta en hidratos de carbono, haciendo que los requerimientos de macro y micronutrientes que necesitan los adolescentes sean inadecuadas, relacionándose con el 70% de los adolescentes que son ligeramente activos y esto influye mucho en el estado nutricional.

## Recomendaciones

Generar vínculos con las instituciones públicas y privadas para poder realizar valoraciones del estado nutricional, los cuales nos van a generar diagnósticos que ayuden a intervenir en los problemas de exceso o déficit mejorando el estado nutricional en la etapa de la adolescencia.

La implementación de educación sobre nutrición y buenos hábitos alimenticios dirigidos a los docentes de las diferentes instituciones educativas, ayudara a impartir buenos hábitos en los estudiantes y generará motivación en los niños y adolescentes de las escuelas.

## Agradecimientos

Se agradece la participación y colaboración de los niños y sus familiares en el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

1. Terán YG. Patrón de consumo alimentario y adecuación de algunos nutrientes de adolescentes en el Distrito Capital (Tesis). Caracas (Ve): Universidad Simón Bolívar; 2003.
2. Organización Mundial de la Salud [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_young\\_people/es/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/es/)
3. Segovia MJ, Moreno-Villares JM. El desayuno en la infancia: más que una buena costumbre. *Acta Pediatr Esp* 2010; 68(8): 403-8.
4. Kovalskys I, Bay L, Rausch-Herscovici C, Berner E. Prevalencia de obesidad en una población de 10 a 19 años en la consulta pediátrica. *Arch Argent Pediatr* 2003; 101(6): 1-7.



5. Hu FB, Manson JE, Stampfeer MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, Willet WC. Diet, life style, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Eng JMed* 2001; 345: 790-7
6. Hu FB, Stampfeer MJ, Colditz GA, Liu S, Solomon CG, Ascherio A et al. Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA* 2000; 283: 2961-7.

# REPRESENTACIONES Y PRÁCTICAS SOBRE LA ANTICONCEPCIÓN Y USO DEL CONDÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ECUATORIANOS

(REPRESENTATIONS AND PRACTICES ON CONTRACEPTION AND  
CONDOM USE OF ECUADORIAN UNIVERSITY STUDENTS)

Rosa Del Carmen Saeteros Hernández <sup>(1)</sup> \*, Eida Ortiz Zayas <sup>(2)</sup>

(1) Carrera de Promoción de la Salud, Facultad Salud Pública,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155.

(2) Carrera de Medicina, Facultad Salud Pública,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155.

\*Correspondencia. Tel.: 0960048990, E-mail: rsaeteros@esPOCH.edu.ec (R saeteros)

## RESUMEN

**Objetivo:** Analizar las representaciones y prácticas sobre la anticoncepción y uso del condón de estudiantes universitarios. **Métodos:** Estudio descriptivo de corte transversal, el universo fue constituido por estudiantes universitarios de segundo semestre en dos grupos; la totalidad de estudiantes de la Facultad de Salud Pública (n=225) grupo estudio, y de las restantes facultades, seleccionados por muestreo aleatorio polietápico (n= 320), grupo control; selección realizada con el propósito de valorar la homogeneidad de las variables entre los grupos. Se recogió información con un cuestionario y grupos focales. **Resultados:** Los jóvenes iniciaron relaciones sexuales a temprana edad y con múltiples parejas, por lo general sin la debida preparación para negociar el uso de protección en sus prácticas sexuales, aceptaron haber estado expuestos a riesgos por el no uso del preservativo y otros métodos anticonceptivos, reconocieron que hace falta comunicación al interior de la pareja para negociar el uso de anticonceptivos, en los grupos focales emergió desconocimiento, creencias y prejuicios sociales, e irresponsabilidad mutua que condicionan conductas negativas hacia el uso del preservativo y anticonceptivos. **Conclusiones:** Los grupos de estudio y control fueron homogéneos en la mayoría de variables, datos de grupos focales evidenciaron similitud entre los grupos y entre hombres y mujeres.

**Palabras clave:** *Representaciones sobre anticoncepción. Prácticas de anticoncepción. Uso de condón.*

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze the representations and practices on contraception and condom use of university students. **Methods:** Descriptive cross-sectional study, the universe was constituted by university students of the second semester in two groups; the totality of students of the Faculty of Public Health (n = 225) study group, and of the remaining faculties, selected by random sampling multistage (n = 320), control group; selection made with the purpose of assessing the homogeneity of the variables between the groups. Information was collected with a questionnaire and focus groups. **Results:** Young people initiated sexual relations at an early age and with multiple partners, usually without the necessary preparation to negotiate the use of protection in their sexual practices, they accepted having been exposed to risks due to the non-use of condoms and other contraceptive methods, acknowledged that communication is needed within the couple to negotiate the use of contraceptives, in the focus groups emerged ignorance, beliefs and social prejudices, and mutual irresponsibility that condition negative behavior towards the use of condoms

and contraceptives. Conclusions: The study and control groups were homogeneous in most variables, data from focus groups showed similarity between the groups and between men and women.

**Keywords:** *Representations on contraception. Contraception practices. Use of condoms*

## 1. Introducción

La población universitaria la componen en su gran mayoría adolescentes y adultos jóvenes quienes constituyen un grupo especial de riesgo para el contagio de infecciones de transmisión sexual ITS y VIH- sida , todo lo anterior se relaciona a que viven una etapa de experimentación sexual, exponiéndose a múltiples parejas sexuales y sobre todo al coito sin protección . Todo lo anterior también permite el número creciente de embarazos no deseados, con serias consecuencias sociales de deserción de la universidad y madres solteras. (1)

Cada año se reportan en el mundo 340 millones de nuevos casos de ITS en todas las edades; sin embargo los jóvenes entre 15 y 24 años tienen las tasas más altas, así también ocurren por lo menos 111 millones de nuevos diagnósticos de ITS curables en estas edades, si no se tratan, pueden causar esterilidad, enfermedad inflamatoria pélvica, embarazo ectópico, cáncer y dolor debilitante en la pelvis en mujeres, con consecuencias permanentes para la niña/o al nacer. (2,3)

Un porcentaje elevado de las víctimas de VIH-sida son jóvenes, más de dos millones de entre 10 y 19 años viven con el VIH; alrededor de una de cada siete nuevas infecciones se produce en la adolescencia. (4)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que cada año 16 millones de adolescentes de entre 15 y 19 años dan a luz; los bebés nacidos de madres adolescentes representan alrededor del 11,0 % de los nacimientos del mundo, y el 95,0 % de éstos se producen en países en desarrollo. (3)

Alrededor de 70.000 adolescentes de esos países mueren cada año por causas relacionadas con el embarazo y el parto, de estas, cada minuto 110 sufren complicaciones y una mujer muere; estos problemas son la principal causa de muerte en mujeres adolescentes; cuando una niña queda embarazada, su presente y futuro cambian radicalmente, y rara vez para bien. Estos riesgos biológicos no actúan aisladamente, sino asociados con factores psicosociales, económicos, políticos, estructurales y de género que impiden o limitan las oportunidades de estudio o el éxito educativo, se desvanecen sus perspectivas de trabajo y se multiplica su vulnerabilidad frente a la pobreza, la exclusión y la dependencia. Por ello se plantea la necesidad de que cada embarazo sea deseado, cada parto se realice sin riesgo y se plasme el potencial de cada joven. (3,4)

En el mundo millones de mujeres arriesgan su vida y su salud para poner fin a embarazos no deseados, en condiciones de riesgo, se calcula que se realizan 3,2

millones de abortos inseguros entre adolescentes cada año; casi todos los abortos en condiciones de riesgo se realizan en países en desarrollo, donde el aborto suele ser ilegal; incluso donde el aborto es legal, a las adolescentes les puede resultar difícil acceder a los servicios. (3)

Las ITS y los embarazos no planificados son frecuentes en adolescentes y jóvenes y constituyen los dos principales problemas asociados con la conducta de riesgo que incluye actividad sexual sin métodos de barrera (generalmente el condón); realizada bajo los efectos del alcohol o estupefacientes y con un gran número de parejas; cuando estas tres actividades se presentan y su ocurrencia es frecuente, se dice que el individuo practica actividades sexuales de riesgo; varias investigaciones incluida una realizada por la autora, han encontrado estos patrones de comportamiento en jóvenes universitarios. (5,6)

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)

En la actualidad las prácticas sexuales sin protección son frecuentes en todo el mundo, sobre todo en adolescentes y jóvenes lo cual representan un problema de comportamiento y resulta un problema de salud. Diversos estudios a nivel internacional han reportado que las relaciones sexuales en estas edades se llevan a cabo bajo situaciones de riesgo. De acuerdo con Randolph, Pinkerton, Bogart, Cecil y Abramson (2007) el 48.7% de una muestra de jóvenes reportaron no haber usado condón en sus relaciones sexuales más recientes, argumentando que no se usa el condón debido a creencias desfavorables como “los preservativos reducen el placer durante el coito”. (8)

La comunidad estudiantil es un arco iris de formas de ser, vivir y sentir la sexualidad, su ejercicio tiene manifestaciones múltiples y diversas; los jóvenes tienen a su alcance conocimientos científicos modernos, pero al mismo tiempo marcado por las tradiciones y prácticas del discurso religioso, mitos, prohibiciones y falsas creencias que explican el sincretismo presente en la vida de muchos jóvenes, con escasa información y pocas herramientas de decisión que les impide una vivencia de la sexualidad sana, segura y placentera. (9)

De acuerdo a los datos del Ministerio de Salud Pública (MSP), (10) actualmente en el Ecuador se tiene información parcial sobre las causas del incremento de la fecundidad en adolescentes y es necesario ampliar las investigaciones y los análisis para una comprensión sociocultural de los comportamientos sexuales y reproductivos, los significados y valores, imaginarios y tensiones de la sexualidad, la extensión y frecuencia del abuso y violencia sexual en edades tempranas, las dinámicas del desarrollo socio emocional en el mundo informatizado, la construcción de la identidad a partir de la sexualidad, la salud mental, la comprensión y el ejercicio de los derechos, todo esto a punto de partida del reconocimiento de que jóvenes y adolescentes están viviendo su sexualidad.

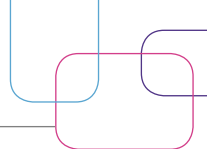
Tradicionalmente en el país se ha enfatizado en la salud reproductiva y poco en la salud sexual, por tanto es necesario incrementar acciones tendientes al desarrollo de la sexualidad saludable en la población ecuatoriana, por esta razón, se considera que una de las mejores herramientas para lograr este objetivo es la educación sexual integral, científicamente fundamentada y que promueva el crecimiento afectivo, personal, familiar y social en todas las etapas del ciclo vital. (11)

## 2. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador, la investigación se llevó a cabo en dos grupos de segundo semestre de esta universidad, uno de ellos constituido en su totalidad por estudiantes de la Facultad de Salud Pública (n=232), considerado como grupo de estudio y el otro grupo fue seleccionado mediante una muestra aleatoria de estudiantes del resto de las Facultades (N=1081), para formar el grupo control (n=330); se realizó una selección con el propósito de valorar la homogeneidad de los grupos respecto a sus vivencias sexuales en pareja. Se recolectó información con un cuestionario validado por expertos. (12)

En el análisis estadístico, para la comparación de los grupos de estudio y control se aplicaron técnicas estadísticas para muestras independientes. En el caso de las variables cualitativas se aplicó la prueba de homogeneidad con el estadígrafo Chi cuadrado ( $X^2$ ) de Pearson para escala dicotómica y Chi cuadrado ( $X^2$ ) de Batholomew para las variables en escala ordinal y para las variables cuantitativas se empleó la prueba de comparación de medias para muestras independientes. Se hizo prueba de bondad de ajuste y se rechazó la hipótesis de normalidad para las distribuciones de ambos grupos, por lo que se usó la prueba de Kolmogorov Smirnov para dos muestras independientes y variable cuantitativa.

Como parte de la triangulación metodológica que se propuso esta investigación, se realizó la contrastación de resultados obtenidos a partir de diversas técnicas, para ello se aplicaron grupos focales, la misma indagó entre otras cuestiones, las representaciones y prácticas de los estudiantes politécnicos frente a la anticoncepción y el uso del condón.



Cada grupo focal incluyó dos grupos de sujetos, que permitieron la comparación entre estos al ser homólogos; pues de igual forma el grupo de estudio fue conformado por estudiantes de las carreras de la Facultad de Salud Pública y el grupo control por estudiantes de las carreras del resto de las facultades, ya explicados anteriormente como parte del muestreo empleado, y se realizó también un análisis comparativo entre los grupos y entre los hombres y las mujeres. La conformación de los grupos se concluyó cuando se encontraron suficientes regularidades discursivas, es decir, una vez que se saturó la información.

Las opiniones de los participantes se procesaron mediante el procedimiento de “codificación abierta” y la construcción de datos a partir de las categorías inductivas emergentes, se estudiaron los textos transcritos, se eliminaron las redundancias y se acumularon unidades de sentido (segmentos de contenido). Se identificó una categoría central, la misma posee subcategorías que la conforman o le otorgan dimensión, y expresaron las proposiciones elaboradas bajo el enfoque *etic*, para el análisis de la información recabada en el campo de investigación. Cada subcategoría estuvo representada por una serie de conceptos o unidades de análisis (constructo *etic*), emanadas a partir de las unidades de sentido contenidas en los discursos de los entrevistados (relato *emic*); Estas unidades fueron las que nutrieron la construcción del dato cualitativo. (13,14)

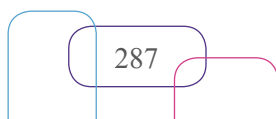
### 3. Resultados y Discusión

#### Resultados del cuestionario

En la adolescencia, hombres y mujeres inician nuevas conductas sexuales, una que adquiere especial interés para la Salud Pública es la incorporación a la práctica de las relaciones sexuales coitales; toda vez que por lo general estas se inician sin la debida preparación para negociar el uso de protección, por lo que tienen una elevada vulnerabilidad ante la posibilidad de contraer una ITS. (15,16)

En cuanto a práctica de relaciones sexuales, se mostró que los grupos fueron homogéneos, la mayoría de estudiantes fueron activos sexualmente, un 75,6 % en el grupo de estudio y 79,6 % en el grupo control. El inicio de las relaciones sexuales es uno de los aspectos que mayor interés cobra durante la adolescencia, pues además de ocurrir a edades cada vez más tempranas, estas se realizan sin la debida preparación para negociar el uso de medidas de protección y evitar así la ocurrencia de problemas ligados a la SSR. Los grupos focales corroboraron este dato, pues según sus opiniones viven una sexualidad activa, con alto grado de valoración del erotismo y placer sexual.

Al revisar diversos estudios se encontró que la proporción de adolescentes y jóvenes universitarios iniciados en sus relaciones sexuales en la ESPOCH en 2009, el 60,7 % de los estudiantes dicen ser sexualmente activos; (6) en Cartagena 68,6 %; (17) en Cuba 72,6 %; (18) en Uruguay y España 75,2 %; (19) en Chile 83,2



% de hombres y 68,5 % mujeres; (20) estos datos son plenamente coherentes con los resultados encontrados en el presente estudio y demostró que la proporción de adolescentes y jóvenes con relaciones sexuales es cada vez mayor.

El tipo de prácticas sexuales que han tenido, fueron variables homogéneas en los grupos, de acuerdo a las respuestas en el grupo de estudio y control respectivamente, la práctica sexual más común fue la penetración vaginal 82,6 % y 84,1 %, le siguió las caricias y juegos en los genitales externos 55,8 % y 55,1 %; el sexo oral 37,8 % y 40,1 %; la penetración anal 21,5 % y 23,8 %; en otras prácticas indicaron: el “69, muchos más, orejas y Kama Sutra”. Los tipos de prácticas fueron variadas, al igual que en otros estudios en universitarios en Colombia, el 39,0 % realizó coito anal, 39,1 % practicó cunnilingus, 55,4 % fellatio, 16,9 % *anilingus* activo y 21,6 % el *anilingus* pasivo; (21) otro estudio mostró mayores porcentajes en cuanto a prácticas exploratorias sin intercambio de secreciones en un 81,5 %; las prácticas sexuales penetrativas, vaginales o anales, están representadas en un 77,6 %; y las urogenitales, se presentan en un 60,3 %. (22)

En cuanto a la edad de la primera relación sexual, se observó que las edades oscilaron entre jóvenes menores de 15 años hasta 20 años y más, el promedio de inicio fue en el grupo de estudio a los 17,1 años y en el control a los 16,6 años; la mayoría iniciaron relaciones sexuales entre los 15 y 19 años de edad, 79,7 % en el grupo de estudio y 77,1% en el control. Los grupos investigados no fueron homogéneos con respecto a esta variable. Resultados similares se encuentran en otros estudios en universitarios en los que las edades promedio de inicio de relaciones sexuales fueron: en Cartagena a los 16,6 años, (17) en jóvenes de Sevilla España a los 16,32 años, (23) en adolescentes españoles la edad es a los 15,06 años, (24) en universitarios de Cali en Colombia, debutan a los 16 años, (25) en adolescentes de Monterrey se encuentra una menor edad, a los 14 años, (26) y en universitarios de Grecia a los 16,7 años. (27)

Los datos mostraron que hubo homogeneidad entre los grupos en cuanto a los motivos por los cuáles estuvieron expuestos a riesgos sexuales, excepto en relación a no empleo de método anticonceptivo, en el grupo de estudio hubo un mayor porcentaje de 31,8 % frente al control con un 20,9 %. Según las respuestas de los estudiantes respectivamente en los grupos, los motivos de riesgos fueron por no empleo de preservativo 62,0 % y 68,4 %; lo imprevisto de la relación 31,0 % y 27,7 %; estado de euforia (alcohol) 16,3 % y 19,8 %; no conocían a la pareja un 14,0 % y 18,1 %; en otro motivo un 0,8 % y 0,6 % indicó “*mal uso de anticonceptivos*”; estos datos se corresponden plenamente con los discursos de los grupos focales en donde se pudieron identificar los riesgos sexuales a los que están expuestos. Resultados similares se tienen en una investigación en Medellín, en donde la mayoría de universitarios tenían una vida sexual activa y muchas de ellas no se realizan bajo protección, se observó que el 27,0 % tenía certeza de que con dichas prácticas pueden contraer una ITS. (28)



La realización de prácticas que se reportan desde la literatura científica como de alto riesgo, son las penetrativas sin protección; quienes tienen relaciones sexuales vaginales en los últimos seis meses, un 71,4 %, y anales 11,5 % expresaron que las llevan a cabo sin protección. Quienes manifiestan tener prácticas urogenitales con sus parejas, un 91,9 %, las realizaban sin protección. (28) Del mismo modo se corroboró la existencia en el presente estudio de prácticas sexuales imprevistas o con desconocidos, así como también las ligadas al consumo de alcohol y drogas.

Los resultados encontrados respecto a si han llegado a acuerdos con la pareja para el uso de anticonceptivos, fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente, los que sí llegaron a acuerdos son un 71,0 % y 60,8 %, no han llegado a acuerdos el 9,9 % y 17,7 %, y no han conversado 11,1 % y 17,2 %; en los grupos focales reconocieron que la responsabilidad de la anticoncepción es de ambos miembros de la pareja y que hace falta comunicación al interior de esta para lograr la selección del método anticonceptivo más conveniente. Estudios en Colombia y México resaltaron que la importancia de esta negociación depende de la confianza que exista entre los dos, acuerdo que se logra a través del diálogo, además del desarrollo de la comunicación asertiva como una habilidad y estrategia efectiva para negociar prácticas sexuales seguras. (29,30)

En los datos sobre métodos anticonceptivos que han usado, se observó los grupos fueron homogéneos, excepto los que señalaron no haber usado ninguno y el ritmo; en cuanto a no uso de método se observó un porcentaje mayor en el grupo control 14,5 % frente al estudio 4,7 %; con el método del ritmo predominó su uso en el grupo estudio con un 19,12 % y 10,6 % en el control.

El grupo de estudio y control indicaron que el método anticonceptivo más usado fue el condón de varón 75,6 % y 71,8 %; le siguieron: los anticonceptivos orales 33,1 % y 34,8 %, retiro 23,8 % y 19,8 %; inyectables 21,5 % y 13,7%; el condón de mujer 6,4 % y 4,8 %; menos del 4,0 %, han usado el dispositivo intra uterino, norplat y *Billings*; en otros indicaron que han usado “*la pastilla del día después y abstinencia temporal durante la ovulación*”. Una investigación en estudiantes peruanos reveló resultados semejantes; no utilizaron ningún método el 14,0 %; así como los métodos más usados son el condón y los hormonales; el 85,3 % reconocen como método de barrera más conocido y usado el condón; el 34,6 % inyectable, el 26,0 % la píldora, el DIU el 2,9 % y otras formas el 3,9 %. (31)

Es de resaltar en el caso de esta investigación como porcentajes importantes de estudiantes prefirieron como tercera opción usar el método natural del ritmo; se encontraron menores porcentajes de uso del método natural de coito interrumpido en una investigación en universitarios en España, los que prefieren usarlo un 11,8 %; en cambio se observaron mayores porcentajes de uso de anticoncepción de emergencia, un 39,1 % de los jóvenes afirma haberla empleado alguna vez, no han usado ningún método un 10,0 % de hombres y un 9,0 % de mujeres. (32)

Al indagar sobre el uso de anticonceptivos en la última relación sexual, se mostró en los grupos de estudio y control respectivamente que el condón de varón fue el más utilizado 39,0 % y 47,6 %, le siguieron quienes no utilizaron ningún método 23,8 % y 22,9 %; los orales 10,5 % y 9,7 %; retiro 8,1 % y 7,9 %; inyectables 11,4 % y 4,0 %; DIU 0,6 % y 2,2 %; el ritmo 1,7 % y 1,3 %; anticoncepción de emergencia 1,2 % y 1,3 %; norplan y *Billings* en igual porcentaje 0,6 % y 0,9 %. Los grupos fueron homogéneos respecto a esta variable.

Se encontró que el uso de anticonceptivos en la última relación sexual disminuyó; de acuerdo a como reportó un estudio en universitarios de Castilla - La Mancha en España, que por ejemplo el empleo del preservativo es mayor en la primera relación que en las relaciones que mantienen actualmente. (32) Igual situación ocurrió en la presente investigación con el incremento substancial del no uso de ningún método en la última relación sexual.

En relación a las razones del no uso de anticonceptivos, fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente indicaron que confía en la pareja un 47,8 % y 30,9 %; no le gusta al 34,8 % y 34,5 %; tiene temor a usarlos el 15,2 % y 23,6 %; desea un hijo un 8,7 % en el grupo de estudio; no confía en los métodos el 4,3 % y 12,7 %; la pareja no quiere 2,2 % en el grupo de estudio; por razones religiosas 3,6 % en el grupo control; en otras razones mencionaron: *“porque no había en ese momento, en ese momento no lo piensas, me olvide”*. En los grupos focales emergió desconocimiento, prejuicios sociales, escasa negociación, e irresponsabilidad mutua que condicionan conductas negativas hacia el uso de anticonceptivos.

Los porcentajes de no uso de anticonceptivos por un lado pudieron estar relacionados con el hecho de que los estudiantes desconocían o tenían una baja percepción del riesgo que pueden correr al no usar anticonceptivos; por ello el temor a usarlos o el hecho de mencionar que no les gusta, o no confía en los métodos y por otro lado la confianza que tienen al compartir con su pareja en quién confía y con quién no ven necesaria la protección. Cualquiera que sea la situación de la no protección en las prácticas que llevan a cabo, es una alerta que se debe considerar, máxime cuando se trata de jóvenes en edad reproductiva. (28)

Respecto a la práctica de relaciones sexuales en los últimos seis meses; se mostró que el 78,5 % en el grupo de estudio y el 74,0 % en el control han tenido relaciones sexuales, no hubo diferencias estadísticamente significativas en los grupos. Hay que aclarar que un 3,5 % en el grupo de estudio y 2,6 % en el control no respondieron a esta pregunta, sin embargo las siguientes preguntas relacionadas fueron contestadas por estos estudiantes, lo que hace que el total de personas que han tenido relaciones sexuales en los últimos seis meses aumente.

Los grupos fueron homogéneos respecto al número de parejas sexuales que ha tenido en los últimos seis meses, en los grupos de estudio y control respectiva-

mente declararon en su mayoría de 1 – 3 parejas sexuales el 83,7% y 81,6 %; de 4 – 6 parejas el 4,3% y 5,7%, de 7 – 9 parejas hubo un 0,6 % en el grupo control; entre 10 y más parejas el 0,7 % y 1,1 %. Al tratarse de una población universitaria en donde la mayoría fueron activos sexualmente en los últimos seis meses, en muchos de los casos con más de una pareja sexual y sin el uso de protección de embarazo e ITS en un porcentaje considerable; resultó en extremo importante el empleo correcto de las distintas opciones de anticoncepción y protección como un elemento clave para hacer efectivo el derecho de cada persona a tomar decisiones adecuadas respecto a su vida sexual y reproductiva.

Con respecto al conocimiento de si la abstinencia es un método anticonceptivo totalmente efectivo, en los grupos de estudio y control respectivamente se evidenció que conocían un 68,9 % y 60,9 %, desconocían un 20,0 % y 21,6 %, asumieron que no saben el 8,9 % y 16,3 %; los grupos no fueron homogéneos; en una investigación en Managua, casi la mitad de adolescentes refirieron a la abstinencia sexual como método de prevención del embarazo. (33)

En cuanto al conocimiento sobre si las píldoras anticonceptivas causan cáncer; fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente, conocían un 26,7 % y 30,6 %; desconocían el 19,1 % y 13,8 %, junto con un 52,0 % y 54,5 % no saben; respecto a los efectos de este anticonceptivo, un estudio en Managua, reveló similares porcentajes de desconocimiento, el 27,2 % de adolescentes consideraron que la desventaja está asociada con problemas físicos de la mujer; (33) otro estudio en España evidenció que más de la mitad de adolescentes reconocieron que con su uso pueden presentarse efectos secundarios. (34)

En porcentajes importantes aún persiste el desconocimiento respecto a circunstancias en las que hay o no probabilidad de embarazo; estudios realizados en Colombia, México y Cuba revelaron que los programas de educación sexual no son eficaces porque solamente se centran en enseñar los métodos anticonceptivos y los riesgos y no en romper barreras, creencias y actitudes nocivas que influyen en la decisión de prevención y protección, más allá de la información que se tenga. (30,34)

En ambos grupos se evidenciaron diferencias en cuanto al conocimiento de los métodos anticonceptivos, las respuestas de los estudiantes confirmaron un mayor conocimiento en el grupo de estudio frente al control respectivamente en: la anticoncepción de emergencia un 62,7 % y 47,5 %, esterilización de la mujer un 49,3 % y 35,9 %, dispositivo intrauterino (DIU) el 48,4 % y 27,5 %, el método de retiro un 46,7 % y 35,3 %, el método del ritmo 35,1 % y 22,8 %, norplant 24,0 % y 11,3 %.

Sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio y control respectivamente, conocían el condón de varón un 94,2 % y 92,2 %; los orales (píldora) el 80,9 % y 79,4 %, inyectables 75,6 % y 66,6 %, condón de la mujer

56,0 % y 54,7 %, esterilización del varón 46,6 % y 35,6 %, anillo vaginal un 25,8 % y 19,4 %, cremas espermicidas 18,7 % y 14,1 %, Billings 6,2 % y 7,8%, llamó la atención que un 28,9 % y 21,9 % de estudiantes consideraron al aborto como un método anticonceptivo y en otros métodos un 0,4 % y 1,6 % refirieron “*aguas de hiervas*”. Los grupos focales evidenciaron que la anticoncepción es un tema del que no poseen mucha información, demostraron escaso dominio y abundantes prejuicios asociados a sentimientos vergonzosos.

Un estudio en preuniversitarios en La Habana, concluyó que el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre anticoncepción resulta deficiente, con menores porcentajes que en el presente estudio; el método anticonceptivo más conocido es el condón 74,1 %, luego las tabletas 48,3 %, inyectables 24,3 %; el DIU 13,4 %; menores porcentajes al 10,0 % conocían las píldoras de emergencia; método del ritmo; métodos quirúrgicos y coitus interruptus, también un 2,2 % consideraron que las duchas vaginales son un métodos anticonceptivo. (35)

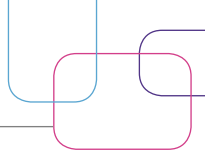
En universitarios de Barcelona, también el método más conocido y usado fue el condón; más del 75,0 % conocían las pastillas anticonceptivas, el 43,0 % el anillo vaginal, el 30,0 % el parche y un 8,0 % el implante de progesterona. (36)

Una investigación en México, sugirió que los adolescentes que contaron con más conocimiento sobre métodos de prevención de embarazo, tienen más probabilidad de solicitar asesoría en materia de sexualidad y reproducción, por lo que están menos expuestos a riesgos en SSR. (37)

Los datos respecto a la actitud ante la responsabilidad única de la mujer para no quedar embarazada mostraron diferencias estadísticamente significativas en los grupos; a pesar de que la mayoría un 77,3 % en el grupo de estudio y 70,0 % en el control no estuvieron de acuerdo, existieron porcentajes importantes que estuvieron de acuerdo el 12,9 % y 11,9 %, ni en acuerdo ni en desacuerdo el 9,8 % y 17,5 %; investigadores Cubanos concluyeron que los anticonceptivos en todas las edades, especialmente en la adolescencia, constituyen generalmente un problema de la mujer, son pocos los varones que se responsabilizan con esta problemática. (35,38)

Estos resultados guardaron relación con los discursos que emergieron en los grupos focales donde la responsabilidad del embarazo es fundamentalmente de las mujeres, aunque algunos hombres reconocieron su participación activa en el acto concepcional y la responsabilidad compartida.

Al preguntarles si les gustaría tener un hijo durante sus estudios en la politécnica, se observó que fueron homogéneos los grupos de estudio y control respectivamente, no le gustó al 83,1 % y 86,3 % y si le gustó al 12,4 % y 8,1 %, realidad concordante con los grupos focales en donde afirmaron que no está dentro de sus planes tener un hijo mientras estudian. En una investigación en universitarios en



Cartagena de Indias, se reconoció casi por unanimidad (93,9 %), que es inconveniente tener un hijo mientras se estudia. (39)

Concuerda con la investigación hecha en México, que indicó que a los jóvenes les preocupaba que un embarazo no buscado les trunque la vida y les impida seguir estudiando, además de los problemas que se generan en la comunicación social y familiar. La necesidad de tomar precauciones en las relaciones sexuales es señalada por todos los adolescentes, hombres y mujeres. Lo más importante para los adolescentes fue prevenir el embarazo consciente de que, como consecuencia de su conducta sexual, pueden adquirir también una ITS. (40)

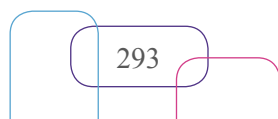
Se observó que los grupos de estudio y control respectivamente fueron homogéneos en cuanto al conocimiento de si el condón debe colocarse cuando el pene está erecto; conocían el 79,6 % y 79,1 %, desconocían un 7,1 % y 5,0 % junto al 11,1 % y 14,4 % que asumen no saber. En cuanto a al conocimiento sobre la comprobación del empaque del condón, se observó que el grupo de estudio evidenció un mayor conocimiento con un 94,7 % frente al control un 88,1 %; no conocieron el 0,9 % y 6,3 %, asumieron no saber el 1,8 % y 1,6 %.

Seguir las instrucciones para el adecuado uso del preservativo es vital para potenciar la efectividad en su utilización, aún existen desconocimientos de los pasos que se deben considerar, incluso algunos reconocieron no saber; estos resultados se contrarrestan con otros estudios en universitarios de Cuba, en donde se encontraron incluso menores valores de conocimiento y uso del condón; porcentajes algo mayores al 50,0 % de respuestas positivas con una calificación de bajos conocimientos. (41,42)

De igual forma, otro estudio en Chile (29) mostró que más de la mitad de estudiantes realizaron correctamente 6 de los 8 pasos evaluados en la habilidad para colocar y retirar un preservativo en un modelo de pene para la enseñanza. Con respecto a la comprobación del empaque del condón y la calidad del mismo conocen un 76,1 %, aunque solo el 52,3 % revisa las burbujas de aire en el paquete de preservativo; el estudio concluyó que cuando los jóvenes saben con precisión qué se debe hacer para usar correctamente un preservativo, presentan una mejor ejecución si se les pide que coloquen y retiren un preservativo en un modelo de pene para la enseñanza.

De acuerdo a una investigación en Colombia, se concluyó que los conocimientos son necesarios y constituyen el primer requisito y un factor determinante para llevar a cabo una conducta o la instrumentación de su uso adecuado, por tanto es necesario el aprendizaje de habilidades conductuales que promueven el uso correcto del preservativo durante el acto sexual. (29,30)

En cuanto a si consideraron que se debe usar condón con todas las parejas sexuales, se observó que, los grupos no fueron homogéneos, un mayor porcentaje en el



grupo de estudio de 71,6 % y el 58,4 % en el control, consideraron que se debe usar condón con todas las parejas sexuales, un 13,3 % y 21,6 % indicaron que no; no supo el 12,4 % y 18,1 %.

El uso consistente del preservativo es fundamental para la prevención de las ITS –VIH-sida y embarazo no planificado, más cuando se conoce que las prácticas sexuales de adolescentes no únicamente son con la pareja estable; en una investigación realizada en México al preguntar sobre el uso del condón, menos de un tercio lo habían usado de manera consistente (siempre) y poco más de dos tercios de manera inconsistente (la mayoría de las veces, pocas veces o nunca). En lo relacionado al uso de preservativo con parejas ocasionales, el 29.8 % respondió que habían tenido relaciones sexuales con parejas ocasionales. Asimismo el 37.8 % habían usado preservativo siempre con este tipo de pareja, el 44.5 % la mayoría de las veces, el 12.1 % pocas veces y 3.9 % nunca, esto indicó que poco más de un tercio lo había usado de manera consistente y los restantes dos tercios de manera inconsistente. (43)

Se observó que en cuanto al conocimiento sobre la necesidad del uso de condón o placa de protección en relaciones sexuales orales, fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente conocían el 18,2 % y 20,3 %; desconocían el 35,1 % y 35,6 %; junto con un 42,2 % y 41,9 % que asumieron no saber. De igual forma al investigar los conocimientos sobre la necesidad de uso de condón en relaciones sexuales anales, se observó que no hubo diferencias significativas entre los grupos de estudio y control respectivamente, conocían un 47,6 % y 50,9 %; desconocían 7,1 % y 11,9 %; junto con el 42,2 % y 35,3 % que asumieron no saber.

La práctica de sexo oral y anal es común entre los jóvenes, como lo demostró el presente estudio y otros realizados diferentes ciudades de Colombia, así como también el escaso e inconstante uso de preservativos (21,44,45). Llamó la atención en este estudio que un importante porcentaje de jóvenes desconocían y muchos asumieron no saber la necesidad de uso de preservativo o placa de protección en las prácticas sexuales orales y anales; como se destacó en un estudio en Cuba, el bajo uso de protección, solo el 9,1 % reconoció su uso en prácticas de sexo oral, y 37,8 % en coito anal. (46)

Una investigación en México sobre la conducta sexual que conlleva penetración vaginal recibió una considerable atención por la comunidad científica, no siendo así para otras actividades sexuales que no implicaron penetración, la búsqueda de sensaciones se asoció con el sexo oral y anal, conductas que representan la exposición a ITS si no se utilizan medidas preventivas y de protección. (47). Se observó que el conocimiento de los estudiantes. En cuanto al uso de doble condón para mayor seguridad, fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente, conocían un 53.3 % y 49,4 %; desconocían 16,4 % y 14, 1 %; junto con el 27,6 % y 34,4 % de estudiantes que asumieron no saber.



Sobre el conocimiento del uso de doble condón para una mayor seguridad en relaciones sexuales anales, se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio y control y respectivamente el 37,8 % y 37,5 % conocieron, el 14,7 % y 11,9 % desconocieron, junto con un 43,6 % y 48,1 % que dijo no saber. Un estudio en Puerto Rico obtuvo similares porcentajes de conocimientos correctos, un 54,1 % conocían que no es adecuado el uso simultáneo de dos preservativos, incluso la combinación del preservativo masculino y femenino. (48)

Respecto al conocimiento sobre la posibilidad de enfermar por el uso constante del condón, fueron homogéneos los grupos de estudio y control y respectivamente conocían el 39,6 % y 37,8 %, desconocían un 12,9 % y 14,7 %; junto con un 44,9 % y 45,0 % que asumieron no saber. Alrededor del condón existe una gran cantidad de mitos, creencias, actitudes y tabúes, bien sea por el contexto cultural, la ignorancia o los prejuicios, como lo sugiere un estudio colombiano, es necesario continuar con la sensibilización para la desmitificación de estos factores. (49)

Las creencias más comunes respecto al uso del condón, tienen que ver con el hecho de su uso y la pérdida de sensibilidad, los datos mostraron que los grupos fueron homogéneos; conocían que se puede tener relaciones sexuales placenteras el 35,6 % y 38,4 %; no conocían el 32,4 % y 31,9 %; no sabían un 29,8 % y 27,2 %, de igual manera el conocimiento del uso de condón y la pérdida de sensibilidad en la relación sexual, los grupos de estudio y control fueron homogéneos y respectivamente , se observó que conocían de este tema el 23,6 % y 25,0 %; desconocían el 37,8 % y 40,6 % y asumieron no saber un 33,8 % y 31,9 %.

La información emergente de los grupos focales mostró una mayor aceptabilidad de la relación sexual sin método de barrera y resistencias para el uso del condón, asociándola a un menor placer e ineficacia como método anticonceptivo confiable.

La satisfacción sexual y las actitudes positivas hacia el uso del preservativo favorecen el uso del mismo, cuando los jóvenes perciben una barrera para la obtención de satisfacción la probabilidad de uso disminuirá, uno de los motivos que los jóvenes españoles han referido para no usar el preservativo era que se sentía más cuando no se usaba. (47)

Otros estudios en Colombia y Cuba también revelan porcentajes importantes de jóvenes que consideraron que el condón disminuye la sensibilidad 45,0 %; (50) un 39,0 % (49) y 26,1 %. (46)

De hecho un investigador colombiano concluyó que aunque en algunos casos el condón genera incomodidad e insatisfacción; una desventaja de su uso, es la percepción de que modifica la sensación del placer; (30) todavía se escucha a los adolescentes diciendo que la utilización del condón no les hace sentir su relación sexual, además que es costoso y que se olvidan llevarlo con ellos. (51)



Los grupos de estudio y control fueron homogéneos en cuanto a que consideraron que las mujeres deberían llevar preservativos para protegerse, los datos evidenciaron que un 66,2 % y 61,6 % estaban de acuerdo, un 23,1 % y 23,8 % ni en acuerdo ni en desacuerdo y un 8,0 % y 13,4 % en desacuerdo. Los datos emergentes de los grupos focales dejaron ver la asociación que establecen entre la aceptación y responsabilidad masculina para el uso del condón.

En una investigación en Colombia por un lado algunos entrevistados no ven bien que una mujer lleve consigo preservativos, por otro lado lo que parecería contradictorio, la totalidad de esos jóvenes aceptaron que sea ella quien sugiera su uso, pues no consideraron amenazada su virilidad; al contrario, tal iniciativa es vista como una muestra de cariño y parte “natural” de su sexualidad, expresada a través de una buena disposición para no contribuir a la ocurrencia de embarazos no deseados. (50) En otro estudio colombiano en cambio el 87, 0 % de jóvenes aseveró que cargarlo es un acto vergonzoso. (49)

Los grupos de estudio y control fueron diferentes estadísticamente según consideraron que la solicitud del uso del condón por la mujer significa que es “muy experimentada”, hubo una mayor creencia en el grupo control con un 20,6 % y 8,0 % en el estudio. Asumieron no saber un 19,1 % y 20,9 %. La mayoría 67,1 % y 55,9 % dijeron que no. En una investigación en Colombia a la pregunta si una mujer que carga un condón deja mucho que pensar el 72,0 % respondieron que es falso, (52) de igual forma de acuerdo con los resultados de un estudio colombiano, los jóvenes vieron positivamente que las mujeres carguen el condón y que propongan usarlo, lo que evidenció una mayor apertura y reconsideración de algunas normas sociales. (53)

Sin embargo otros estudios en Colombia y México concluyeron que las mujeres a menudo carecen de poder para negociar el uso del preservativo y en muchos contextos sociales, los varones son reacios a utilizarlos, por lo cual, seguirán siendo vulnerables a la infección por el VIH, a menos que no compartan con los varones la misma capacidad de decisión en sus relaciones interpersonales. (50,54)

Los grupos fueron homogéneos respecto al conocimiento sobre sustancias para lubricar el condón, excepto en otras un 6,2 % conocían en el grupo de estudio, frente a un 1,9 % en el control e indicaron que se puede usar “*lubricantes vaginales, agua y saliva*”. La mayoría asumió que no saben 52,9 % y 48,1 %; indicaron que se puede usar vaselina, un 23,1 % y 26,6 %; aceite el 15,6 % y 17,5 %; solo el 16,0 % y 16,3 % indicaron correctamente que debe usarse gel a base de agua. En los grupos focales se evidenció la existencia de prejuicios y mitos que condicionan conductas negativas al respecto. En una investigación en Puerto Rico el 40,2 % de los jóvenes contestaron correctamente respecto al lubricante adecuado para usar con el preservativo de látex. (48)

Se indagó sobre si en la politécnica le han entregado condones promocionales, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio y control y respectivamente, solo afirmaron que han recibido condones el 4,4 % y 6,6 %. Una Investigación en México concluyó que el abastecimiento de varios métodos, especialmente el condón y anticoncepción de emergencia, así como su distribución gratuita son primordiales para mejorar la salud sexual de los adolescentes. (55)

## Resultados de los grupos focales

### GRUPO DE ESTUDIO

#### *Anticoncepción y uso del condón*

##### *Mujeres*

La anticoncepción es un tema del que no poseen mucha información. Pocas hablaron de ello y lo hicieron con extrañeza, como si fuera un tema de “otras”, sobre el que no les corresponde preocuparse. La mayoría de las muchachas demostraron en su discurso escaso dominio sobre la anticoncepción y abundantes prejuicios sobre el uso del condón, asociados a sentimientos vergonzosos. El principal método anticonceptivo al que aluden es la abstinencia sexual y lo consideran el más adecuado y efectivo en el momento en que viven.

*“...yo pienso que tal vez el condón sí, pero la píldora anticonceptiva mmm... bueno no sé pero el condón sí creo... y es que da vergüenza ir a preguntar y a comprar, no tanto por el precio si no por la vergüenza qué diga el de la farmacia... decirle deme condones o esas cosas, me dio como vergüenza” (M1GF1E)*  
*“Yo usaría pastilla, inyecciones yo que sé, o hasta preservativo pues por si acaso...” (M5GF1E)*

Las muchachas de este grupo no percibieron que les falte la información necesaria sobre anticoncepción y variedad de métodos anticonceptivos, lo que sin embargo sí se deja ver en sus discursos, que en ocasiones son ambiguos, cuando se trata de profundizar otra vez vuelven sobre la idea de la abstinencia sexual como método de evitación del embarazo y sobre la irresponsabilidad en las conductas sexuales, como causa del embarazo no planificado en esas edades.

*“Yo pienso que esa parte entienden más las mamás los papaces como que chuta, como que eso si no te lo perdonan.” (M1GF1E).*

*“Es como que también ahora la sociedad te da tu reputación por lo que ve, y no realmente por lo que ellos conocen que está pasando, entonces sería algo que en la sociedad se toma muy en serio, esto vendría más incluso de personas que se diría adultas, que consideran que una jovencita de unos 18 o 19 años está comprando anticonceptivos o preservativos y eso.” (M2GF1E)*

## *Hombres*

Estos muchachos reconocieron que la responsabilidad de la anticoncepción es de ambos miembros de la pareja y que hace falta comunicación al interior de esta para lograr seleccionar el método anticonceptivo más conveniente, sin embargo reconocieron que tienen relaciones sexuales desprotegidas a consecuencia del modo de vida y en la etapa en que se encuentran y a concepciones basadas en mitos, prejuicios, sobre todo relativos al uso del condón.

*“Yo digo que hay que tener comunicación con la pareja saber decidir que método utilizar para no quedar embarazada.” (H2GF1E)*

*“Yo si digo difícil de cumplir (se refiere a la abstinencia sexual)...” (H2GF1E)*

*“...es un método pero al mismo tiempo difícil (se refiere a la abstinencia sexual).” (H4GF1E)*

*“...por lo general está bien utilizar algún preservativo o conversar con la persona con la que va... más por el uso del condón porque se dice que no se siente lo mismo y cosas así no... porque se escuchan mitos no, y por eso a veces por la vergüenza de tener que ir a comprar en la farmacia...” (H4GF1E)*

Si bien estos jóvenes conocieron que la abstinencia sexual es un método anticonceptivo, lo consideraron difícil, a diferencia de las muchachas que lo consideraron necesario. Sobre el uso del condón femenino refirieron aceptación y de hecho lo consideraron conveniente.

## GRUPO CONTROL

### *Anticoncepción y uso del condón*

#### *Mujeres*

Las jóvenes demostraron poseer cierta información sobre anticoncepción, la cual les generaba opiniones sobre la diversidad de métodos anticonceptivos disponibles. Fue destacable que algunas de ellas dejan ver en sus discursos, que conciben a las mujeres como las principales responsables de la evitación del embarazo, debido a los comportamientos que según ellas pueden asumir los hombres. Sin embargo, otras reconocieron en los varones la misma parte de responsabilidad que tienen ellas para con la anticoncepción.

*“Tantos métodos que hay para cuidarse...Inyecciones, pastillas; las más seguras, porque o sea el preservativo como que no es tan seguro... eso sí se puede romper y cosas así...Las inyecciones y eso te dura tres meses si es creo que es algo eso ósea cómodo ósea así si fresco...Pero ósea como que las mujeres ósea llevamos todas las de perder, y debemos de ser como más pilas y cuidarnos nosotras, así porque nosotras salimos embarazadas ellos dicen no eso pueden decir que ese no es mi hijo y no me hago cargo y ya; pero nosotras, en nosotras estaría*

*más de cuidarnos así ósea a ellos casi no les importa.” (M2GF1C)*

*“...se puede poner mal (se refiere al condón); también es el conocimiento del chico también...Qué más? pastillas, las pastillas cada dos meses o cada mes; no las inyecciones perdón son esas así que cada mes y cada tres meses...los dos deben cuidarse porque es la planificación familiar...No creo que hay algún chico que no quiera cuidarse...Es que el chico también tiene que estar capacitado también imagínate si no usan preservativos se pueden contagiarse de enfermedades venéreas; entonces si le dice eso también han de tener responsabilidad por parte de él. Mas irresponsabilidad por parte nuestra por permitirlo también.” (M3GF1C)*

Estas muchachas reconocieron la contradicción entre el conocimiento y disponibilidad de métodos anticonceptivos y la cantidad de embarazos no planificados que se producen entre la población estudiantil. Ello se lo achacaron a diversas causas, comenzando por los prejuicios sociales, y que transcurre también por la poca estabilidad de las parejas, la escasa negociación en la pareja para el uso del condón y la irresponsabilidad mutua. Para el uso del condón existieron prejuicios y mitos que condicionan conductas negativas al respecto.

*“Yo creo que no (se refiere a la negociación del uso de condón en la pareja) porque comúnmente ya hay sus dichos vaciles friz de lo que sea, o sea solamente están por el rato y ya entonces no creo que se hable de eso.” (M9GF1C)*

*“Tengo un amigo y él me dijo que no, que eso es incómodo (se refiere al condón) y que no le permite, como dijo, tener una satisfacción completa ni se cómo dijo y pero que había otros que como me dijo de sabores que tienen unos puntitos ni sé cómo no sé, qué esos le gustaba.” (M10GF1C)*

## *Hombres*

Los muchachos participantes de este grupo conocían algunos métodos anticonceptivos y usaron el condón como método de barrera, aunque lo percibieron incómodo para ellos. La anticoncepción la consideraron responsabilidad de la pareja. Algunos reconocieron en la abstinencia sexual un método anticonceptivo elegible.

*“O sea aprieta (se refirió al condón) no sé cómo, pero ya “toca acostumbrarse” y ya utilizo porque no quiero un embarazo. Incomodo porque te aprieta en la parte de donde se mete, aprieta” (H1GF1C)*

*“Que es algo seguro, que a la final para utilizar en el futuro debes hacerlo con responsabilidad, para evitar que tengas un hijo o una enfermedad.” (H4GF1C)*

*“Mis amigos saben decir que no es lo mismo tener relaciones normal que con condón o sea no hay la misma sensibilidad al momento del acto. “ (H11GF1C)*  
*En el discursar de estos muchachos se dejó ver constructos de género propios de la cultura patriarcal, cuando a nivel simbólico desvalorizaron a las muchachas que proponen el uso del condón en la relación sexual o que lo llevan con ellas.*

*“Porque pudo haber estado con varios hombres y pudo haberse en algún caso pasado algo el condón no es tan seguro no es el cien por ciento efectividad de la seguridad, pudo haber ya tenido una enfermedad el sida todo eso y no sería algo bueno.” (H7GF1C)*

*“Especialmente está mal visto que una mujer lleve condones porque supuestamente es el hombre el que propone y la mujer dispone y entonces ahora si la mujer propone y el hombre no sé cómo será el acto.” (H9GF1C)*

Con relación a la opción de abstenerse de tener relaciones sexuales, estos muchachos vieron como alternativa la masturbación, pero expresaron mitos y creencias asociadas a esta práctica, que denotaron insuficiente conocimiento sobre salud sexual.

*“...creo que la masturbación hace que las personas sufra de eyaculación precoz en los hombres y entonces viéndole de ese punto la masturbación como dijo mi compañero debe ser algo que las personas podamos controlar porque si no lo controlamos...” (H6GF1C)*

*“Yo lo que escuchado la masturbación, se hace es normal de los hombres, es en cada cierto tiempo pero ahí hay personas que sobrepasan ese límite y eso ya es un poco degenerado se podría decir.” (H7GF1C)*

*“También daña la parte reproductora del hombre por ejemplo eso le lleva a la parte de ser impotente.” (H11GF1C)*

### **Análisis comparativo en los grupos focales**

Fue 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 aparecieron los matices que argumentan los constructos de género propios de cada grupo. De esta manera, resultó que se logró la saturación de las categorías no solo al interior de los grupos, sino entre ellos.

### **GRUPO DE ESTUDIO**

#### *Representaciones sobre el condón y su uso*

##### *Mujeres*

En el discurso de estas muchachas se dejó ver la asociación que establecen entre la aceptación y responsabilidad masculina para con el uso del condón. Ellas conocieron se trata de un método anticonceptivo, pero llamó la atención que pocas se refirieron a él como un método para evitar infecciones de transmisión sexual. Pareció que la información que han recibido ha estado dirigida fundamentalmente a este aspecto o que de acuerdo con la edad e intereses, la evitación del embarazo se priorizó por encima de cualquier otro tipo de actividad preventiva relativa a la esfera sexual. Estas jóvenes han empleado el condón, pero expresaron mayor

aceptabilidad de la relación sexual sin método de barrera, asociándola a un mayor placer sexual.

*“...De hecho con o sin condón es igual pero sin condón se siente mucho mejor de hecho sin condón se siente más rico” (M2GF3E)*

### *Hombres*

Estos muchachos dejaron ver desde sus discursos, resistencias para el uso del condón, lo que justifican por su ineficacia como método anticonceptivo confiable. Por demás, su uso lo vincularon a una planificación previa de este, lo que de no producirse no impide que tengan relaciones sexuales desprotegidas. Esto tuvo un gran valor, pues al triangular con toda la información obtenida a partir de los grupos focales realizados, se notó que las relaciones de pareja que establecen estos chicos y chicas, fueron fundamentalmente de tipo ocasional, poco estables y simultáneas, en algunos casos.

*“...en el momento del sexo no viene la conciencia sería muy difícil no lo haría (se refiere a si evitaría una relación sexual porque no tiene condones a la mano)” (H1GF3E)*

*“...porque no hay fricción no se siente la misma sensación (se refiere a por qué prefiere no usar condón)” (H4GF3E)*

*“...no es seguro porque se puede romperse (se refiere al condón).” (H6GF3E)*

## GRUPO CONTROL

### *Representaciones sobre el condón y su uso*

#### *Mujeres*

Las muchachas de este grupo, declararon que entre sus pares no se usa mucho el condón. Aluden a la negativa masculina que alega menor placer sexual con el uso del condón, por lo que prefieren el método del coito interrumpido. También asociaron el poco uso del condón a lo que se ha venido declarando con anterioridad, respecto al establecimiento de relaciones causales e inesperadas. Por otra parte, llamó la atención que algunas de estas muchachas vieron en el condón un método necesario cuando no se tienen parejas sexuales estables, pero no tanto como método anticonceptivo, pues aludieron al conocimiento del ciclo menstrual femenino.

*“Los hombres dicen que no se siente lo mismo bueno yo con mi pareja que estaba bastante tiempo con él teníamos relaciones sin condón y una vez probamos con condón él decía que no le gustaba porque no se sentía lo mismo.” (M2GF3C)*

*“No nunca ha utilizado el preservativo y ningún método.” (M4GF3C)*

*“...me dicen que no se siente lo mismo, no tanto para la mujer, ni tanto para el hombre.” (M8GF3C)*



*“O te entran las ganas desprevendo, entre amigos siempre dicen eso...” (M12 GF3C)*

### *Hombres*

Estos muchachos reconocieron en el condón un método para evitar embarazos y enfermedades, pero declararon que no les gusta, alegando que disminuye el placer sexual.

*“...Está bien para no contraer enfermedades...cansa usar sin sentir nada” (H1GF3C)*

*“No se siente nada no se siente placentero, puedo estar unos 20 minutos sin encontrar el gusto y me termino aburriendo.” (H3GF3C)*

### **Análisis comparativo**

La información emergente de los grupos focales de estudio y control resultó similar en muchos aspectos relativos al significativo, concepciones y vivencias relativas a los aspectos abordados. Los significantes difirieron para mujeres y hombres en cuanto al sentido, pues ellos hablaron de ellas y ellas hablan de ellos, y en tales casos, las vivencias y sus interpretaciones aunque son divergentes se complementan, pero en cualquier caso, tradujeron el mundo de la cultura patriarcal en el que se desarrollan unos y otras.

## **4. Conclusiones**

Los grupos de estudio y control fueron homogéneos en la mayoría de variables, datos de grupos focales evidenciaron similitud entre los grupos y entre hombres y mujeres

Al tratarse de una población universitaria en donde la mayoría fueron activos sexualmente en los últimos seis meses, en muchos de los casos con más de una pareja sexual y sin el uso de protección de embarazo e ITS en un porcentaje considerable; resulta en extremo importante el empleo correcto de las distintas opciones de anticoncepción y protección como un elemento clave para hacer efectivo el derecho de cada persona a tomar decisiones adecuadas respecto a su vida sexual y reproductiva.

La anticoncepción es un tema del que no poseyeron mucha información y demostraron escaso dominio y abundantes prejuicios y mitos sobre todo relativos al uso del condón, lo percibieron incómodo además asociados a sentimientos vergonzosos, pocas hablaron de ello y con extrañeza, como si fuera un tema de “otras”, sobre el que no les corresponde preocuparse, esto condiciona conductas negativas.



El principal método anticonceptivo al que aludieron es la abstinencia sexual y lo consideraron el más adecuado, conveniente y efectivo en el momento en que viven, pero lo consideraron difícil, vieron como alternativa la masturbación, pero expresaron mitos y creencias asociadas a esta práctica, reconocieron a la píldora del día después como la mejor opción para evitar tener que realizarse un aborto.

Dejaron ver la asociación que establecen entre la aceptación y responsabilidad masculina para con el uso del condón, ellas conocieron se trata de un método anticonceptivo, pero llama la atención que pocas se refirieron a él como un método para evitar infecciones de transmisión sexual. Pareciera que la información que han recibido ha estado dirigida fundamentalmente a este aspecto o que de acuerdo con la edad e intereses, la evitación del embarazo se priorizó por encima de cualquier otro tipo de actividad preventiva relativa a la esfera sexual.

Estas jóvenes al igual que los hombres han empleado el condón, pero declararon que no les gusta, asociando el no uso a un mayor placer sexual. Estos muchachos dejaron ver desde sus discursos, resistencias para el uso del condón, lo que justifican por su ineficacia como método anticonceptivo confiable. Por demás, su uso lo vincularon a una planificación previa de este, lo que de no producirse no impide que tengan relaciones sexuales desprotegidas. Esto tiene un gran valor, pues si se triangula con toda la información obtenida a partir de los grupos focales realizados, se nota que las relaciones de pareja que establecen estos chicos y chicas, son fundamentalmente de tipo ocasional, poco estables y simultáneas, en algunos casos.

Declararon que entre sus pares no se usa mucho el condón. Aludieron a la negativa masculina que alega menor placer sexual con el uso del condón, por lo que prefieren el método del coito interrumpido. También asociaron el poco uso del condón a lo que se ha venido declarando con anterioridad, respecto al establecimiento de relaciones causales e inesperadas. Por otra parte, llama la atención que algunas de estas muchachas vieron en el condón un método necesario cuando no se tienen parejas sexuales estables, pero no tanto como método anticonceptivo, pues aludieron conocer ciclo menstrual femenino.

## **Agradecimientos**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, magno templo bastión de la patria por ser la fuente inspiradora, por suerte es nuestra casa durante muchos años, aquí se nos ha permitido dedicar muy apasionadamente al estudio de un componente fundamental de la vida de sus principales actores, la situación de la salud sexual y reproductiva de sus estudiantes.

A la Facultad de Salud Pública de la ESPOCH, por el apoyo y aval otorgado al Proyecto de Salud Sexual y Reproductiva PROSASER – ESPOCH – ENSAP.

De manera especial a los estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por su apoyo a la investigación científica, por su tiempo, su tolerancia, su consentimiento y la voluntad para participar en las diferentes fases de la investigación.

### **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.

### **Referencias**

1. Ordoñez J. Conocimientos sobre salud sexual y reproductiva y su relación con el comportamiento sexual de los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Babahoyo 2014 [tesis]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2017.
2. Peláez Mendoza J. Infecciones de transmisión sexual. La Habana: Científico Técnica; 2011.
3. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2013. New York: UNFPA; 2013.
4. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2014. New York: UNFPA; 2014.
5. Pulido M, Carazo V, Orta G, Coronel M, Vera F. Conducta sexual de riesgo en los estudiantes de licenciatura de la Universidad Intercontinental. Revista Intercontinental de Psicología y Educación [Internet]. 2011 [citado 25 Feb 2018]; 13(1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/802/80218382002.pdf>.
6. Saeteros R, Pérez J, Sanabria G. Vivencias de la sexualidad en estudiantes universitarios. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2013 [citado 22 Feb 2018]; 30(1): 1-14. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662013000500010&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000500010&lng=es).
7. Posada C. Embarazo en la adolescencia: no una opción, sino una falta de opciones. Revista Sexología y Sociedad [Internet]. 2014 [citado 25 Feb 2018]; 10(25): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.revsexologiaysociedad.sld.cu/index.php/sexologiaysociedad/articulo/download/268/327>.
8. Randolph, M. E., Pinkerton, S. D., Bogart, L. M., Cecil, H., & Abramson, P. R. (2007). Sexual Pleasure and Condom Use. Archives of Sexual Behavior, 36(6), 844–848. <http://doi.org/10.1007/S10508-007-9213-0>.
9. Gorguet Pi I. Comportamiento sexual humano. Santiago de Cuba: Editorial Oriente; 2008.
10. Ministerio de Salud Pública. Manual del Modelo de Atención Integral de Salud MAIS. Ecuador: MSP; 2012.
11. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Estrategia Nacional Intersectorial de Planificación Familiar y Prevención del Embarazo en los Adolescentes ENIPLA. Ecuador: MSP; 2011.
12. Saeteros R. Estrategia de educación sexual para estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo [tesis doctoral]. Riobamba: Universidad de Ciencias Médicas. Escuela Nacional de Salud Pública de la Habana – Cuba; 2011 – 2015.
13. Lerner S. La formación en metodología cualitativa, perspectiva del programa salud reproductiva y sociedad. En: Szasz, Lerner S, editores.
14. Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P. Metodología de la Inves-

- tigación. 5ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2010. Para comprender la subjetividad. Investigación cualitativa en salud reproductiva y sexualidad. México: El Colegio de México; 1996. p. 9-16.
15. Calero J, Vázquez J, Domínguez E. Comportamientos sexuales y reconocimiento sintromico de las infecciones de transmisión sexual (ITS) en estudiantes cubanos de escuelas de artes y deportes. *Rev Cubana Obstet Ginecol* [Internet]. 2010 [citado 04 Feb 2018]; 36(3): 1-13. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-600X2010000300009&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2010000300009&lng=es).
  16. Sánchez R, Víctor J. Conocimientos y actitudes acerca de las ITS y el VIH/Sida de los adolescentes varones en dos comunidades zonales de Chimbote-Perú, 2010. In *Crescendo*. [Internet]. 2011 [citado 04 Feb 2018]; 2(1): [aprox. 17 p.]. Disponible en: [http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2222-30612011000100014&lng=es&nrm=iso](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2222-30612011000100014&lng=es&nrm=iso). ISSN 2222-3061.
  17. Díaz S, Arrieta k, González F. Prevalencia de actividad sexual y resultados no deseados en salud sexual y reproductiva en estudiantes universitarios en Cartagena, Colombia. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* [Internet]. 2014 [citado 03 Feb 2018]; 65(1): [aprox. 10 p.]. Disponible en: [http://www.fecolsog.org/userfiles/file/revista/Revista\\_Vol-65No1\\_Enero\\_Marzo\\_2014/v65n1a04.pdf](http://www.fecolsog.org/userfiles/file/revista/Revista_Vol-65No1_Enero_Marzo_2014/v65n1a04.pdf).
  18. Calero J, Vázquez J, Domínguez E. Comportamientos sexuales y reconocimiento sintromico de las infecciones de transmisión sexual (ITS) en estudiantes cubanos de escuelas de artes y deportes. *Rev Cubana Obstet Ginecol* [Internet]. 2010 [citado 04 Feb 2018]; 36(3): 1-13. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-600X2010000300009&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2010000300009&lng=es).
  19. Núñez M, Jenaro C, Flores N, & Guzmán K. Factores culturales asociados a las conductas sexuales en estudiantes universitarios de Uruguay y España. *Revista Psicología, Conocimiento y Sociedad* [Internet]. 2014 [citado 05 Feb 2018]; 4(1): [aprox. 26 p.]. Disponible en: <http://www.revista.psico.edu.uy/index.php/revpsicologia/article/view/176/170>.
  20. Fernández A, Celis K, Córdova N, Dufey M, Corrêa M, Benedetti J. Sexualidad juvenil: prácticas, actitudes y diferencias según sexo y variables de personalidad en universitarios chilenos. *Rev. Méd. Chile* [Internet]. 2013 [citado 06 Feb 2018]; 141(2): 1-6. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872013000200003&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013000200003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000200003>.
  21. Arias L, Vásquez M, Dueñas E, García L, Tejada E. Comportamiento sexual y erotismo en estudiantes universitarios, Cali, Colombia. *Colombia Médica* [Internet]. 2011 [citado 2 Dic 2014]; 42 (3): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3103/1/comportamiento.pdf>.
  22. Morales S, Arboleda O, Segura Á. Las prácticas sexuales de riesgo al VIH en población universitaria. *Revista de Salud Pública*. [Internet]. 2014 [citado 09 Feb 2018]; 16 (1): 1-15. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v16n1/v16n1a03.pdf>.
  23. Muñoz M, García N, Rosane G, Tholl A. Conductas sexuales en el cotidiano de adolescentes y jóvenes de la cultura hip hop. *Texto Contexto - Enferm* [Internet]. 2014 [citado 06 Feb 2018]; 23 (1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://www.dx.doi.org/10.1590/S0104-07072014000100015>.
  24. Sánchez J, Sabuco A, Amorós M. Relación entre la edad de debut sexual y el sexo bajo los efectos de las drogas en la adolescencia. *Revista Española de Drogodependencias* [Internet]. 2013 [citado 06 Feb 2018]; (1): [aprox. 11 p.]. Disponible en: [http://www.aesed.com/descargas/revistas/v38n1\\_3.pdf](http://www.aesed.com/descargas/revistas/v38n1_3.pdf).
  25. Arias L, Vásquez M, Dueñas E, García L, Tejada E. Comportamiento sexual y erotismo en

- estudiantes universitarios, Cali, Colombia. Colombia Médica [Internet]. 2011 [citado 2 Feb 2018]; 42 (3): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3103/1/comportamiento.pdf>.
26. Díaz C, González M. Conductas problema en adolescentes en la ciudad de Monterrey, México. *Enferm. Glob* [Internet]. 2014 [citado 06 Feb 2018]; 13(33): 1-16. Disponible en: [http://www.scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412014000100001&lng=es](http://www.scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412014000100001&lng=es).
  27. Stenhammar C, Tiblon Y, Arkerud H; Larson M, Tydén T. Sexual and contraceptive behavior among female university students in Sweden—repeated surveys over a 25-year period. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica* [Internet]. 2015 [citado 22 de Feb 2018]; 94 (3): [aprox. 7p.]. Disponible en: <http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aogs.12565/pdf>.
  28. Morales S, Arboleda O, Segura Á. Las prácticas sexuales de riesgo al VIH en población universitaria. *Revista de Salud Pública*. [Internet]. 2014 [citado 09 Feb 2018]; 16 (1): 1-15. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v16n1/v16n1a03.pdf>.
  29. Pérez C. Habilidades para la vida y uso de anticoncepción por tipo de pareja sexual en adolescentes. *Enseñanza e Investigación en Psicología* [Internet]. 2014 [citado 17 Feb 2018]; 19(1): [aprox. 16 p.]. Disponible en: [http://www.cneip.org/documentos/revista/CNEIP\\_19\\_1/Citlalli.pdf](http://www.cneip.org/documentos/revista/CNEIP_19_1/Citlalli.pdf).
  30. Estupiñán M, Amaya L, Rojas Y. Representaciones sociales de universitarios sobre la abstinencia sexual y los condones como mecanismos de prevención. *Revista de Salud Pública* [Internet]. 2012 [citado 17 Feb 2018]; 14(3): 1-10. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v14n3/v14n3a12.pdf>.
  31. Parra L, Soto A. Nivel de conocimiento sobre métodos anticonceptivos y su uso en las relaciones sexuales de los estudiantes de obstetricia de la Universidad Alas Peruanas en el 2011. *Revista Científica Alas Peruanas* [Internet]. 2014 [citado 06 Feb 2018]; 1(1) [aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/SD/article/view/424/328>.
  32. Yubero M, Larrañaga E, Yubero S. Actitudes y comportamiento sexual de riesgo de embarazo en jóvenes universitarios. *Revista de Psicología da Criança e do Adolescente* [Internet]. 2014 [citado 06 Feb 2018]; 4(2): [aprox. 19 p.]. Disponible en: <http://www.revistas.lis.ulsiada.pt/index.php/rpca/article/viewFile/417/397>.
  33. Planck A. Actitudes y prácticas empleadas por los adolescentes de la ciudad de Somoto en relación al uso de los métodos anticonceptivos y al embarazo. *Revista Universidad y Ciencia, UNAN-Managua*. [Internet]. 2014 [citado 11 Feb 2018]; 7(10): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.revistauniversidadyciencia.unan.edu.ni/index.php/ruc/article/download/73/66>.
  34. Alemán S, Escárcega I, Pérez R. Conocimientos y comportamientos sobre planificación familiar y enfermedades de transmisión sexual en estudiantes de enfermería. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex* [Internet]. 2013 [citado 11 Feb 2018]; 70(1): 1-7. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462013000100005&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462013000100005&lng=es).
  35. Febles M, Pérez M. Conocimientos sobre anticoncepción en adolescentes en un preuniversitario del municipio San José de las Lajas. *Revista de Ciencias Médicas de la Habana* [Internet]. 2012 [citado 12 Feb 2018]; 18(2): [aprox. 7p.]. Disponible en: [http://www.epicmha.sld.cu/hab/vol18\\_2\\_12/hab07212.html](http://www.epicmha.sld.cu/hab/vol18_2_12/hab07212.html).
  36. Sokol P, Ros C, Agustí N, Alves M, Balsells M, Plaja A, Castelo C. Conocimiento y uso de los métodos anticonceptivos en estudiantes universitarios de ciencias de la salud. *Revista Toko-Ginecología Práctica* [Internet]. 2012 [citado 12 Feb 2018]; 721: [aprox. 5p.]. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4416648&orden=415910&info=link#page=18>.

37. Mota V, Tello G, Rivas L. Asistencia de adolescentes mexicanos a servicios de consejería sobre sexualidad y reproducción. Invest y Educ Enferm. [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018]; 28 (1): [aprox. 7 p.]. Disponible en: [www.redalyc.org/pdf/1052/105215294007.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/1052/105215294007.pdf).
38. Doblado N, De la Rosa I, Pérez E, Jiménez C, González G. Estrategia de intervención educativa para elevar el conocimiento sobre algunos aspectos de sexualidad en estudiantes. Rev Cubana Obstet Ginecol [Internet]. 2009 [citado 14 Feb 2018]; 35(4): 1-14. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-600X2009000400021&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2009000400021&lng=es).
39. Durango M, Cruz I, Acosta K, Simarra M. Factores asociados a embarazos no planificados en estudiantes universitarios de la Facultad de Ciencias de la Salud en la CURN, aplicando el modelo de promoción de la salud de Nola Pender [tesis]. Cartagena de Indias: Corporación Universitaria Rafael Núñez; 2014. [citado 15 Feb 2018] Disponible en: <http://www.siacurn.curnvirtual.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/842/1.04.%20trabajo%20de%20grado.%20%281%29.pdf?sequence=1>.
40. Soriano E, González A, Soriano M. Educación para la salud sexual. Del enamoramiento al aborto. 2014. Revista Perfiles Educativos.[Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018]; 36 (144): [aprox. 14 p.]. Disponible en: <http://www.132.248.192.201/seccion/perfiles/2014/n144a2014/mx.peredu.2014.n144.pdf#page=107>.
41. Mesa M, Gómez J, De la Torre L. Factores relacionados con el contagio de las infecciones de transmisión sexual en la adolescencia. Revista Habanera de Ciencias Médicas [Internet]. 2014 [citado 15 Feb 2018]; 13(2): [aprox. 14 p.]. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/255/263>.
42. García E, Valdés A, Gutiérrez A, Forcelledo C, Delgado A. Evaluación de los conocimientos para la prevención del VIH/SIDA en estudiantes de medicina. Rev. Ciencias Médicas [Internet]. 2009 [citado 16 Feb 2018]; 13(3): 1-10. Disponible en: [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942009000300003&lng=es](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942009000300003&lng=es).
43. Piña J, Lozano D, Vázquez P, Carrillo I. Motivos y uso de preservativo en estudiantes universitarios de Ciudad Juárez- México. Anales de Psicología [Internet]. 2010 [citado 17 Feb 2018]; 2 (1): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.revistas.um.es/analesps/article/view/91921>.
44. Morales S, Arboleda O, Segura Á. Las prácticas sexuales de riesgo al VIH en población universitaria. Revista de Salud Pública. [Internet]. 2014[citado 09 Dic 2014]; 16 (1): 1-15. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v16n1/v16n1a03.pdf>.
45. Pérez G, Tobón E, Mesa S, Bustamante A, Montoya C. Consumo de drogas y prácticas sexuales de los adolescentes de la ciudad de Medellín Colombia. Adicciones: Revista de Socidrogalcohol [Internet]. 2012 [citado 2014 diciembre 06]; 24(4): 347-54. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4097492>.
46. Olivera M, Olivera I, González A, Díaz C, Moreno M. Estrategia de intervención educativa en enfermedades de transmisión sexual. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río [Internet]. 2012 [citado 18 Feb 2018]; 16(1): 1-11. Disponible en: <http://www.scielo.sld.cu/pdf/rpr/v16n1/rpr06112.pdf>.
47. Teva I, Bermúdez MP. Búsqueda de sensaciones sexuales y conducta sexual no coital en adolescentes. Revista Mexicana de Psicología [Internet]. 2011 [citado 18 Feb 2018]; 28(2): [aprox. 13 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243029631002>.
48. Montijo S, Cervantes M, Arroyo B, Rodríguez D. Indicadores del uso eficaz del preservativo. Revista Puertorriqueña de Psicología [Internet]. 2014 [citado 17 Feb 2018]; 25(2): [aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://www.reps.asppr.net/ojs/index.php/reps/article/download/263/242>.

49. Gómez R, Giraldo A, Herrera A, Delgado A, Mejía C, Vanegas A, Lerma H. Conocimientos mitos y creencias frente al condón y la sexualidad en jóvenes escolarizados de Pereira. *Revista Médica de Risaralda* [Internet]. 2013 [citado 18 Feb 2018]; 7(2): [aprox. 6 p.]. Disponible en: <http://www.revistas.utp.edu.co/index.php/revistamedica/article/viewFile/8209/5011>.
50. Camacho D, Pabón Y. Percepciones que afectan negativamente el uso del condón en universitarios de la Costa Caribe colombiana. *Hacia promoc. salud.* [Internet]. 2014 [citado 18 Feb 2018]; 19(1): [aprox. 14p.]. Disponible en: [http://www.promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista19\(1\)\\_5.pdf](http://www.promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista19(1)_5.pdf).
51. Chavez C, Martínez M, Tulcan S, Eraso A, Coral S. Vivencias sobre la sexualidad y afectividad en los y las adolescentes educandos de la Universidad Mariana. *Psicoespacios* [Internet]. 2012 [citado 15 Feb 2018]; 6 (8): [aprox. 40.p.]. Disponible en: <http://www.iue.edu.co/revistas/psicoespacios/index.php/Psicoespacios/article/download/121/197>.
52. Gómez R, Giraldo A, Herrera A, Delgado A, Mejía C, Vanegas A, Lerma H. Conocimientos mitos y creencias frente al condón y la sexualidad en jóvenes escolarizados de Pereira. *Revista Médica de Risaralda* [Internet]. 2013 [citado 18 Dic 2014]; 7(2): [aprox. 6 p.]. Disponible en: <http://www.revistas.utp.edu.co/index.php/revistamedica/article/viewFile/8209/5011>.
53. Valencia C, Canaval G, Reyes L, Hassan, S, García A. Reconociendo mi salud sexual: encuesta asistida por computador para la identificación de factores protectores y de riesgo para VIH/Sida en jóvenes universitarios. *Revista Cultura del Cuidado de Enfermería* [Internet]. 2011 [citado 16 Feb 2018]; 8(1): [aprox. 10 p.]. Disponible en: <http://www.unilibrepereira.edu.co/publicaciones/index.php/cultura/article/download/31/30>.
54. Alvarado J, Palos P, Salinas X, Ocampo D. Predictores del uso del condón en las relaciones sexuales de adolescentes, análisis diferencial por sexo. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación* [Internet]. 2013 [citado 18 Feb 2018]; 15(2): [aprox. 19 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/802/80228344005.pdf>.
55. Cuenca L, Atienzo E, López L, Prado B, Hernández A. Salud sexual y reproductiva de los adolescentes en México: evidencias y propuestas. *Gaceta Médica de México* [Internet]. 2013 [citado 19 Feb 2018]; 149: [aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2013/gm133i.pdf>.



# METODOLOGÍA DE CAPACITACIÓN B-LEARNING SOBRE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA LA ENSEÑANZA

(B-LEARNING TRAINING METHODOLOGY  
BASED ON COMPUTER TOOLS FOR TEACHING)

L, Lara Olivo <sup>(1)</sup>, S, Veloz Miño <sup>(2)</sup> \*, M, Ávalos Pérez <sup>(2)</sup>,  
L, Yumi Guacho <sup>(1)</sup>, Y, Padilla Padilla <sup>(1)</sup>.

(1) Centro de Idiomas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(2) Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador.  
Código Postal: EC060155

\*Correspondencia. Tel.: 0992715718 E-mail: sveloz@esPOCH.edu.ec

## RESUMEN

Las nuevas tecnologías y las herramientas informáticas que éstas proveen constituyen una fuente inagotable de recursos para la enseñanza en todas las áreas, permiten la producción de muchos medios didácticos audio visuales e interactivos; por esta razón se desarrolló una metodología de capacitación sobre herramientas informáticas útiles en la docencia dirigida a 35 profesores del nivel de bachillerato de los colegios de la ciudad de Riobamba. Se aplicó antes y después del curso un test de conocimientos sobre las variables: actitudes, manejo de información a través del internet, elaboración de presentaciones multimedia y producción de objetos de aprendizaje. La metodología b-learning (presencial y virtual) se basó en el modelo pedagógico instruccional denominado “ADDIE”, que debe su nombre a las fases: análisis, diseño, desarrollo, implantación y evaluación. La capacitación presencial fue complementada con el aula virtual. Con la prueba Z para un 95% de nivel de significancia se comprobó la hipótesis: “la implementación de una metodología de capacitación b-learning permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en herramientas informáticas aplicadas a la enseñanza”. Se demostró el incremento del nivel bueno de conocimientos del 23,62% inicial al 85,52% después de la capacitación, dando un porcentaje de aumento del 61.9%.

**Palabras claves:** *Metodología B-learning, Herramientas Informáticas, Enseñanza.*

## ABSTRACT

New technologies and the computer tools provide an inexhaustible source of resources for teaching in all areas, allowing the production of audio-visual and a lot of interactive didactic media; for this reason, a training methodology was developed on useful computer tools in teaching aimed to thirty-five teachers from secondary education in Riobamba city schools. A knowledge test was applied before and after the training about the following variables: attitudes, information management through the Internet, elaboration of multimedia presentations and production of learning objects. The B-learning methodology (face-to-face and virtual) was based on the ins-



structional pedagogical model called “ADDIE” which is composed of the phases: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The Face-to-face training was complemented with the virtual classroom. With the Z-test with a significance level of 95%, the hypothesis was verified: “The implementation of a B-learning training methodology allows to improve the level of knowledge of teachers in computer tools applied for teaching.” It was demonstrated the increase of the good level of initial knowledge from 23.62% to 85.52% after the training, increasing a percentage of 61.9%.

**Keywords:** *B-learning Methodology, Computer Tools, Teaching.*

## 1. Introducción

Las herramientas informáticas son programas que permiten la producción de recursos educativos novedosos y eficaces, con múltiples utilidades pedagógicas y recursos disponibles a través de internet. Para Rosario “La Tecnologías de la Información y Comunicación han permitido llevar la globalidad al mundo de la comunicación, facilitando la interconexión entre las personas e instituciones a nivel mundial, y eliminando barreras espaciales y temporales” (1). La digitalización y la automatización han provocado una profunda revolución (...) la velocidad de procesamiento de la información crece constantemente, no es posible entender la configuración de esta sociedad sin la influencia de la información (2).

Diversos autores resaltan la importancia de los avances tecnológicos especialmente en la educación, como indica Soto et al las TICs “abren la posibilidad de desarrollar nuevas experiencias formativas, expresivas y educativas, posibilitando la realización de diferentes actividades no imaginables hasta hace poco tiempo” (3). Así también Sánchez advierte que en la integración curricular “se trata de valorar las posibilidades didácticas de las TICs en relación con objetivos y fines educativos. Al integrar curricularmente las TICs ponemos énfasis en el aprender y cómo las TICs pueden apoyar aquello, sin perder de vista que el centro es el aprender y no las TICs” (4). Como bien lo destaca Area (5), incluso el superar las barreras de tiempo y espacio, permitirá acceder a las aulas a colectivos antes excluidos.

A pesar de que la tecnología se ha convertido en parte de la vida cotidiana, todavía la mayoría de docentes en todo nivel educativo no incorporan en sus clases las herramientas informáticas y los recursos que éstas ofrecen para facilitar el proceso de enseñanza- aprendizaje, una de las principales razones es la falta de infraestructura tecnológica en escuelas y colegios, como parte de una situación educativa con limitaciones y falencias, ya que la cobertura de internet aún no alcanzó el total de establecimientos educativos como reconoce el Ministerio de Educación sobre el número de estudiantes beneficiarios de internet en instituciones educativas a nivel nacional reconoce que alcanzan el 69%, por lo que el mismo informe reconoce que es urgente seguir trabajando en el incremento de conectividad y cobertura tecnológica en los establecimientos (6).

Diversos estudios muestran que muy pocos docentes aplican herramientas informáticas en los niveles de educación básica, media y bachillerato, como el de Lara que concluyó en el diagnóstico realizado a los docentes de los colegios de la ciudad de Riobamba que “el 97,14% de los encuestados, casi la totalidad, no conocen ningún software con el que se pueda desarrollar objetos de aprendizaje para la enseñanza” (7).

La falta de aplicación de herramientas informáticas en la educación se observa también a nivel superior, así lo demuestran los resultados de Veloz & Lara (8), sobre el uso de Internet en la enseñanza que desarrollan los docentes de la ESPOCH en los principales resultados se destaca que menos del treinta por ciento del profesorado utiliza en forma diaria las herramientas del Internet para los diferentes ámbitos educativos.

Sin embargo, se debe considerar y explotar el hecho de que la tecnología informática es parte de la realidad cotidiana en el país; esto demuestra el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) con importantes indicadores, tales como: El 55,6% de la población de Ecuador ha utilizado Internet en los últimos 12 meses. El 61,2% del grupo de edad de 5 a 15 años y el 83,8% de 16 a 24 años usaron internet en los últimos 12 meses (9). Esto demuestra que se debe aprovechar la presencia de la tecnología educativa en hogares e instituciones educativas, con fines formativos.

Este curso de capacitación pretende contribuir a disminuir el desconocimiento que tienen la mayoría de docentes en relación a la tecnología educativa existente para la enseñanza y que puede ser utilizada en todos los campos, es indispensable que cada docente tenga la capacidad de aprovechar los recursos tecnológicos para a su vez responder a las necesidades tan diversas de su entorno social y a la problemática tan compleja que envuelve a los jóvenes, que a su vez si no hacen buen uso de la tecnología, ésta se vuelve en grave factor de riesgo para su seguridad y bienestar.

La metodología de capacitación considerada fue la blended learning; la combinación de presencialidad y virtualidad. La modalidad presencial de educación se ve fortalecida por la posibilidad de los recursos educativos tecnológicos, pero también el mismo internet ofrece la posibilidad de la formación a distancia a través del e-learning. “El e-learning tiene un papel cardinal en los procesos de enseñanza, es posible trabajar los contenidos a través del Internet, videograbaciones, transmisiones satelitales, televisión interactiva, aulas virtuales y colaboración digital, entre otros” (10).

En cuanto a la calidad educativa, como afirma Litwin los medios tecnológicos por si solos no garantizan que los estudiantes aprendan ni que se desarrollen habilidades cognitivas “La calidad educativa de estos medios de enseñanza depende, más que de sus características técnicas, del uso o explotación didáctica que realice el docente y del contexto en el que se desarrolle” (11).

Los aportes de las herramientas informáticas en la educación son resumidos apropiadamente por Marqués (12), quien refiere que a partir de sus dos funciones: la informativa y comunicativa se convierten en un soporte didáctico eficiente y eficaz tanto en la modalidad presencial como a distancia, pudiéndose realizar tutorías virtuales, interactuar a través del correo electrónico para resolver dudas, orientar y asesorar; así mismo es una forma de intercambiar y retroalimentar las tareas (13).

Para la incorporación de las TICs en la educación, se deberán considerar varios cambios y renovaciones, como señala Salinas (14) “Cambios en las concepciones (cómo funciona en aula, definición de los procesos didácticos, identidad del docente). Cambios en los recursos básicos: Contenidos (materiales), infraestructuras (acceso a redes), uso abierto de estos recursos. Cambios en las prácticas de los profesores y de los alumnos”. A través del uso de recursos flexibles que atiendan las necesidades sociales e individuales al igual que la interacción asertiva de profesor – alumno y todo esto coadyuva a un entorno de aprendizaje eficaz. Un nuevo modelo de alfabetización, como plantea la UNESCO, se trata de entender y crear nuevas reglas, aprender en función de dar solución a los problemas “de que cada alumno diseñe sus propias actividades. El objetivo de este tipo de educación no es el mero manejo de la tecnología, sino el desarrollo personal junto con las habilidades necesarias para un pensamiento y un comportamiento elevados” (15).

Con lo expuesto se consideró importante desarrollar una investigación con el objetivo de implementar una metodología de capacitación de modalidad blended learning sobre algunas herramientas informáticas útiles en la docencia dirigido a un grupo de profesores pertenecientes a los colegios de la ciudad de Riobamba, dicha capacitación se apoyó en la implementación de una aula virtual que complementó la formación de los docentes beneficiados.

## **2. Materiales y Métodos**

### *2.1 Población*

La población fue no probabilística, constituida por 35 profesores del nivel de bachillerato de los colegios de la ciudad de Riobamba, que asistieron a la capacitación invitados a través del Distrito Educativo – Zona 3 (Ministerio de Educación).

Los sujetos de investigación participaron de forma voluntaria en el curso y tenían pleno conocimiento de que eran partícipes de una investigación para evaluar el impacto de la intervención educativa en el tema objeto de estudio.

### *2.2 Diseño*

La investigación es de tipo experimental, ya que se manipuló de forma deliberada la variable independiente para analizar su efecto sobre la variable dependiente. Se

analizó la incidencia de la variable independiente (metodología de capacitación) sobre la variable dependiente (herramientas informáticas aplicadas a la enseñanza). Según lo conceptualiza Tamayo (16), el diseño es de tipo preexperimental; por cumplir con el criterio de aplicación de pretest - posttest con un solo grupo.

### *2.3 Instrumentos de investigación*

Se utilizó una encuesta para medir aspectos como: edad, sexo, tiempo de desempeño laboral, disponibilidad de computador e internet, frecuencia de capacitaciones a través de entornos virtuales, predisposición a capacitación en herramientas informáticas para la enseñanza y frecuencia con la que podrían ingresar a una aula virtual.

Además, para evaluar el impacto de la intervención educativa se utilizó un test aplicado antes y después del curso, éste se desarrolló en base a la revisión bibliográfica sobre las necesidades formativas para el manejo de herramientas informáticas.

Con el fin de garantizar la confiabilidad de los instrumentos de investigación se aplicó el procedimiento del Alfa de Cronbach, considerando que “el valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja” (17). Es decir, según este criterio el coeficiente se considera tolerable si supera el 0,70. En esta investigación el resultado del Alpha de Cronbach fue de 0,82; por lo que los instrumentos se consideraron confiable y se procedió a la aplicación. La Encuesta estuvo compuesta por 14 preguntas y el Test por 15 ítems, las variables de investigación fueron: Actitudes, Manejo de información a través del internet, Elaboración de presentaciones multimedia y Producción de objetos de aprendizaje.

### *2.4 Análisis estadístico*

Se emplearon algunos procedimientos estadísticos tales como el Alpha de Cronbach para la confiabilidad de los instrumentos, que ya se mencionó. Los datos fueron volcados a una matriz para ser tratados con ayuda del programa SPSS (18). Se sintetizaron para su análisis a través de las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) (19). Se utilizó la Prueba Z entre dos fracciones o proporciones para la comprobación de la hipótesis de trabajo “*La implementación de una metodología de capacitación B-learning permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en Herramientas Informáticas aplicadas a la enseñanza*”. Los resultados fueron presentados en tablas y gráficos estadísticos.

## 2.5 Metodología de la Capacitación

### 2.5.1 Modelo pedagógico

De los muchos modelos de diseño instruccional existentes, uno de los más utilizados como metodología de planificación pedagógica es el modelo denominado “ADDIE”, que debe su nombre a las fases que lo comprende (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implantación y Evaluación), es un modelo comúnmente usado en el diseño de la instrucción tradicional, aunque más en el medio electrónico (20). El Modelo ADDIE es un modelo que se adapta mejor a la modalidad de educación virtual y presencial (b-learning), es muy práctico y sumamente sencillo por lo que puede ser utilizado incluso por quienes no tienen mayor preparación en el campo pedagógico, sirve como una clara guía cronológica para el desarrollo de cualquier evento de capacitación, puede aplicarse a cualquier situación instruccional (21). Por las razones explicadas fue seleccionado como modelo base de la capacitación.

### 2.5.2 Fases del Modelo pedagógico “ADDIE”

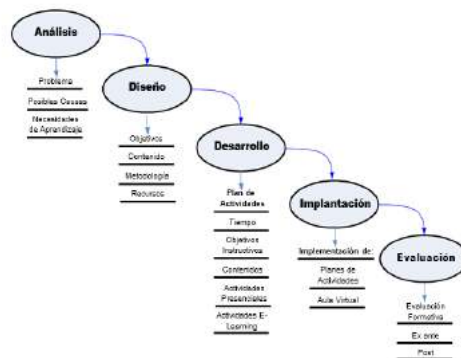


Fig. 1. Esquema del modelo ADDIE. Elaborado por los investigadores.

En la Fig. 1 se presenta el esquema de la Capacitación según las fases del modelo seleccionado.

#### 2.5.2.1 Desarrollo de las fases del Modelo pedagógico “ADDIE”

- Fase 1. Análisis

Para el planteamiento del curso se recogió información previa por medio de un diagnóstico inicial donde se obtuvo información sobre características personales y especialmente se midieron varios indicadores relacionados con el nivel de co-

nocimientos de los maestros en el campo de estudio del presente trabajo. De los resultados observados se puede deducir que el problema identificado es el bajo nivel de conocimientos en las herramientas informáticas para la enseñanza; la investigación permitió que se detecten necesidades de aprendizaje en casi todos los indicadores e índices medidos, de ahí surgieron los contenidos y los objetivos instructivos que se plantean más adelante.

- Fase 2. Diseño

Se desarrollaron los siguientes elementos:

*Objetivo General:*

Mejorar los conocimientos de los profesores en el diseño, aplicación y publicación pedagógica de contenidos digitales utilizando las herramientas de la web 2.0 para la producción de objetos de aprendizaje que optimicen la enseñanza.

*Objetivos Específicos:*

Desarrollar un manejo básico de información, documentos y recursos utilizando las herramientas informáticas a través del internet.

Promover actitudes asertivas relacionadas con el uso adecuado de las tecnologías de información y comunicación.

Elaborar presentaciones multimedia interactivas aprovechando las múltiples herramientas para la docencia.

Producir objetos de aprendizaje que permitan conseguir los objetivos educativos con la optimización de los recursos de la web 2.0

*Contenidos:* Manejo de información a través de internet. Actitudes ante las TICs. Elaboración de presentaciones multimedia. Producción de objetos de aprendizaje.

*Metodología:* La metodología es blended learning en la que se combina la capacitación presencial con el desarrollo de actividades tutoradas por el facilitador, así como tareas individuales compartidas en la plataforma. se trabajó en base a métodos activos, reflexivos, interactivos y propositivos de aprendizaje. Se contó con: material digital de apoyo, ejemplos didácticos sobre el contenido del curso y bibliografía digitalizada de referencia.

*Duración:* El evento tuvo una duración de cuarenta horas; treinta presenciales y diez horas e-learning.

- Fase 3. Desarrollo

Esta fase comprendió la planificación de los eventos educativos organizados en seis encuentros, de los cuales se organizaron los planes de actividades que detallaban los componentes: tiempo, objetivos instructivos, contenido, actividades presenciales y actividades e-learning. Es importante considerar en relación a la selección

de estrategias didácticas, en esta metodología, según afirma Cárdenas et al, que ésta “dota a los estudiantes de múltiples posibilidades de interactuar en contextos y situaciones reales de aprendizaje; se favorece la adquisición de conocimientos, desarrollo de habilidades y formación de valores y, más que formación, permiten guiar al estudiante para realizar procesos con autonomía e interacción” (22).

- Fase 4. Implantación

Fue importante que los encuentros presenciales fueran complementados con las actividades online planteadas en el aula virtual, la participación activa de los profesores ayudo notoriamente al éxito de proceso de aprendizaje. Se contó con el soporte técnico del administrador de Moodle del Departamento de Telemática y Sistemas de la ESPOCH.

- Fase 5. Evaluación

Se desarrolló una evaluación de tipo formativa, orientada a medir el cambio de las variables de conocimientos en los docentes capacitados, este proceso concluyó con la aceptación de la hipótesis alternativa; el nivel de conocimientos de los docentes fue mejorado en forma significativa. La Evaluación se realizó en dos tiempos: Ex ante y Post. Ex ante; como parte previa del diseño de los planes de capacitación se aplicó al grupo de profesores los instrumentos que fueron diseñados en base a los indicadores e índices de la operacionalización de variables. Post; los instrumentos aplicados al inicio fueron también aplicados al finalizar la capacitación, registrando y analizando los resultados en forma comparativa por medio del cálculo estadístico para observar las diferencias significativas entre los porcentajes de la evaluación inicial y final y llegando a las conclusiones.

## 2.6. Aula virtual

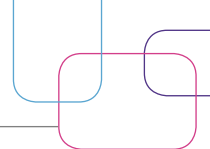
Un aula virtual es un sistema de comunicación a través de un computador o dispositivo electrónico, es un entorno que permite la comunicación, intercambiar información e interactuar entre el docente y los estudiantes con fines educativos (23).

### 2.6.1 Organización y funcionamiento.

A continuación se presenta un resumen de la organización y el funcionamiento del Aula Virtual.

- Consta de cinco bloques principales, en la pantalla de abajo se encuentran algunas guías necesarias para que los usuarios puedan tener una idea básica de cómo está estructurada la Plataforma y el curso de capacitación. Algunos contenidos están embebidos a blogs.
- Cada bloque de contenidos se presenta dentro de un cuadro con un título, y los recursos y/o actividades a desarrollarse en forma de listado. Cuando se





desea ingresar para leer, consultar o investigar algún recurso o participar en alguna actividad (foro, chat, diario, tarea, cuestionario, entre otros) se hace clic sobre la línea que lo describa para que el sistema habilite el contenido y se lo pueda visualizar.

- La plataforma registra el ingreso de los participantes, recursos, enlaces y actividades, por donde han navegado y/o ha participado y entrega un reporte diario a la base de datos para que pueda ser consultado por el participante y por el tutor.

### 2.6.2 Componentes

El aula virtual disponía de los siguientes componentes: Descripción, Anuncios, Aplicaciones embebidas, Guía inicial, Glosario, Contenidos, Interacción, Foro de bienvenida, Apoyo técnico, Chat, Programas, Aplicaciones, Tutoriales y Tareas.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Características de la población

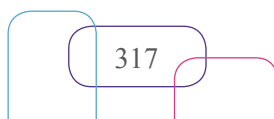
Se contó con una población de 35 profesores del nivel de bachillerato de los colegios de la ciudad de Riobamba, que asistieron voluntariamente a la capacitación, de éstos el 80% eran mujeres y el 20% hombres. La media de edad del grupo fue de 39,7 años y del tiempo de desempeño laboral se obtuvo una media de 15,8 años; es decir se trata de un grupo joven y con experiencia en el campo docente.

### 3.2 Información general

En este apartado, los mayores porcentajes indican que: el 82,86% disponen de un computador en su hogar y el 68,57% en el colegio en que laboran. Con respecto a la conectividad de internet el 92,4% tienen en su hogar y el 65% en el colegio. Tan solo el 31,42% reportan haber recibido alguna capacitación a través de entornos virtuales. Es positivo que el 97,14% tienen predisposición a recibir capacitación en herramientas informáticas para la enseñanza; indicando que podrían ingresar al aula virtual 5 horas a la semana en promedio.

### 3.3. Actitudes

CONSIDERA QUE ES IMPORTANTE:	MUY DE ACUERDO		DE ACUERDO		NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO		EN DESACUERDO		MUY EN DESACUERDO	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Hacer su propio material educativo multimedia para el desarrollo de su clase.	33	94,29	2	5,71	0	0	0	0	0	0



Desarrollar una actitud abierta y crítica ante las nuevas tecnologías (contenidos, entretenimiento...)	33	94,29	1	2,86	1	2,86	0	0	0	0
Estar predispuesto al aprendizaje continuo y a la actualización permanente.	35	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Evitar el acceso a información conflictiva y/o ilegal.	32	91,43	2	5,71	1	2,86	0	0	0	0
Utilizar de modo adecuado las TICs como medios de entretenimiento.	31	88,57	3	8,57	1	2,86	0	0	0	0
Controlar el tiempo que se dedica al entretenimiento con las TICs y su poder de adicción.	32	91,43	1	2,86	2	5,71	0	0	0	0

Tabla 1. Actitudes sobre la importancia de las herramientas informáticas para la enseñanza.

En relación al criterio de los profesores investigados sobre la importancia de las herramientas informáticas para la enseñanza, están “muy de acuerdo”, con una media del 93,33%, los resultados se aprecian en la Tabla 1. Es decir, se reconoció ampliamente la importancia de: Hacer su propio material educativo multimedia para el desarrollo de su clase. Desarrollar una actitud abierta y crítica ante las nuevas tecnologías (contenidos, entretenimiento...). Estar predispuesto al aprendizaje continuo y a la actualización permanente. Evitar el acceso a información conflictiva y/o ilegal. Utilizar de modo adecuado las TICs como medios de entretenimiento. Controlar el tiempo que se dedica al entretenimiento con las TICs y su poder de adicción.

Los resultados de la investigación son similares al estudio de Rodríguez sobre las actitudes del profesorado hacia la informática donde se evidencian actitudes positivas de los docentes hacia el uso del ordenador en clase “consideran por lo general que la utilización de los medios informáticos repercute positivamente tanto como agente motivador del alumnado desarrollando habilidades y competencias en el mismo, como en la calidad del sistema educativo” (24).

Para la inclusión de la tecnología educativa se requiere un cambio de paradigmas de los actores del proceso educativo, para Cabero es indispensable “una transformación radical del papel de los dos actores fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje: el profesor y el alumno; el primero, pasará de actor a diseñador de situaciones y escenarios mediados de aprendizaje, y el segundo, de espectador a actor de su aprendizaje” (25).

Al mismo tiempo ello nos llevará a una transformación radical del papel de los dos actores fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje: el profesor y el alumno; el primero, pasará de actor a diseñador de situaciones y escenarios mediados de aprendizaje, y el segundo, de espectador a actor de su aprendizaje. Como refiere Adell “Los nuevos entornos de enseñanza/aprendizaje exigen nuevos roles en profesores y estudiantes. La perspectiva tradicional (...) del profesor como única fuente de información y sabiduría y de los estudiantes como receptores pasivos debe dar paso a papeles bastante diferentes. La información y el conocimiento que se puede conseguir en las redes informáticas en la actualidad es ingente” (26).

### 3.4 Manejo de información a través de Internet

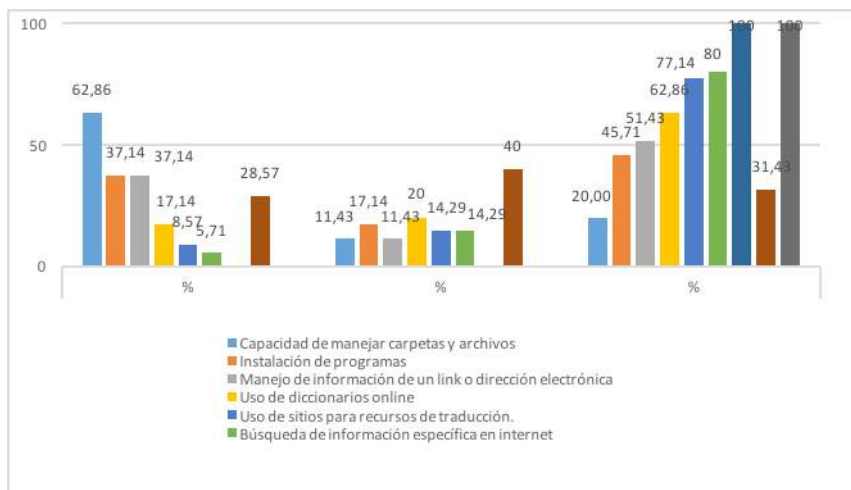


Fig. 2. Nivel de conocimientos del Manejo de información a través del internet que tienen los docentes en el diagnóstico inicial.

Esta variable fue evaluada a través de varios indicadores, como se resume en la Fig. 2. Se inició el diagnóstico de la parte práctica con el indicador: **Capacidad de manejar archivos y carpetas**, las respuestas en el diagnóstico inicial se ubicaron con un 62,86% en el nivel bueno, seguido por el 11,43% del nivel regular y el 20% del nivel malo. Los datos son positivos, ya que se demuestra un uso básico del sistema operativo en relación a conocer la terminología básica: archivo / carpeta y organizar adecuadamente la información. Estos aspectos comprendieron elementos como: identificar la estructura básica de directorios y subdirectorios de un ordenador, reconocer el espacio asignado al usuario, estructurar las carpetas en bloques con sentido, aplicar nombre a las carpetas y archivos acordes con su contenido. Sin embargo se observó en la mayoría la falta de un adecuado manejo de programas que permiten comprimir y descomprimir la información tales como Winzip y Winrar; que facilitan la manipulación de archivos optimizando la memoria en dispositivos de almacenamiento, crear copias de seguridad rápidamente y con menos espacio y sobre todo el envío y recepción de varios archivos a través del internet de forma más rápida (27).

El conocimiento elemental de los sistemas informáticos implica el poder manejar instalaciones sencillas de programas, por lo que se analizó la **Instalación de programas**; en este aspecto 45,71% tiene un nivel malo, seguido por el 37,14% bueno y el 17,14% regular. Se evidencia la necesidad dentro de la instalación guiada de programas de: aprender a instalar un programa de manera guiada y conocer que precauciones se deben adoptar antes de instalar un programa, interpretar y seguir correctamente las instrucciones del manual de instalación, comprobar que la instalación se ha desarrollado correctamente y que el programa funciona adecuadamente.

Los investigados tuvieron dificultad al momento de **Manejar información en la web**; las respuestas del 51,43% son catalogadas en el nivel de conocimiento malo, el 37,14% bueno y el 11,43% regular. Estos resultados son negativos porque muestran que desconocen el manejo de comandos básicos de Windows y del procesador de textos Word relacionados con capturar y pegar una pantalla en el documento Word, estos elementos sugieren dificultades para aprovechar las múltiples fuentes de formación e información que proporciona Internet (bibliotecas, cursos, materiales formativos, actualización entre otros muchos).

Se delimitaron algunas herramientas importantes como es el caso del **Uso de diccionarios online**, el 62,86% presenta un nivel malo, 20% regular y el 17,14% bueno. Es necesario que los docentes estén en capacidad de acceder y buscar ayuda en sitios de diccionarios online, muchos gratuitos, a los que se puede ingresar por medio de los buscadores como Google, Yahoo, entre otros, que son fáciles de manejar. Una vez que se accede a estos diccionarios se localiza a través de los motores de búsqueda las palabras requeridas o se puede desplazar por medio de los índices de las categorías que ofrece el buscador.

Se evaluó también el **Uso de sitios para recursos de traducción**; presentan mayoritariamente el 77,14% un nivel malo y tan solo el 14,29% y el 8,57% un nivel regular y bueno respectivamente. Es importante saber aprovechar los recursos informáticos que ayuden a desarrollar mejor la traducción ya que mucha información científica actualizada se encuentra en idioma inglés. Está a disposición de los internautas muchos diccionarios y sitios de traducción gratuitos, existen los foros de idiomas con preguntas y respuestas sobre: traducción, gramática, estilo, pronunciación y etimología de palabras y frases; además se pueden localizar foros de traducción de terminología especializada como el foro jurídico, el foro médico, entre otros.

En lo que respecta a **Búsqueda de información específica en internet**; las respuestas en su mayoría (80%) se ubicaron en el nivel malo, el 14,29% en el regular y únicamente el 5,71% en el nivel bueno de conocimientos. Los diferentes buscadores permiten localizar información de interés específico, es decir los docentes pueden acceder a una infinidad de recursos que ayuden en el tratamiento de contenidos y temas puntuales, para esto se requiere un conocimientos elemental del funcionamiento de los motores de búsqueda según el tipo y el formato de la información deseada. Ante la gran cantidad de resultados que produce una búsqueda es necesario promover la eficiencia, con objetivos precisos de búsqueda, lo contrario de navegar sin rumbo o distraerse; así mismo es importante analizar la fiabilidad de la información encontrada.

Se evaluó la **Capacidad de crear una página web**, la totalidad de los investigados es decir el 100% reconoció que no tenían su propia página web como recurso de apoyo al proceso didáctico; estos resultados debieron revertirse en la capacitación, puesto que el internet ofrece espacios gratuitos de fácil manejo que

permiten desarrollar páginas web de manera personalizada y rápida. La globalización de la información permite un acceso ilimitado a contenidos, actividades y recursos que puede ser continuamente actualizado y aprovechados por medio de una página web, que apoye el tratamiento de las asignaturas.

Los resultados relacionados con la **Capacidad de manejar una cuenta de correo electrónico**, muestran que el 40,00% lo hace en un nivel calificado como regular, el 31,43% malo y el minoritario 28,57% bueno. Para la comunicación personal y el trabajo colaborativo en redes es necesario una dirección de correo electrónico para el envío y recepción de mensajes a los que se puede adjuntar archivos y organizar la correspondencia por asuntos, al igual que la libreta de direcciones. Deben practicarse normas básicas de comportamiento propias de la comunicación a través de la red para optimizar el uso de la misma y facilitar una comunicación asertiva, adoptando una actitud de respeto hacia los demás y sus opiniones, empleando adecuadamente los recursos que se comparten para evitar la saturación de la red. “Sus ventajas se pueden resumir en: facilidad de uso, rapidez, costo reducido y la posibilidad de transferir todo tipo de información en formato digital” (28).

El 100% de los docentes estudiados no tienen la **Capacidad de manejar y publicar un blog educativo**, este dato es preocupante ya que el blog con fines educativos es una fundamental herramienta complementaria interactiva para la publicación de contenidos. Permite emplear herramientas de elaboración colectiva de conocimiento en tareas y proyectos educativos, participar proactivamente en entornos virtuales de aprendizaje, redes sociales y espacios tele colaborativos. Se debe capacitar en la elaboración de este recurso por la importancia que tiene como medio de comunicación profesor-estudiante, profesor-profesor y también profesor-padre/madre, este último no puede dejarse de lado si se observa la migración creciente o la dificultad de muchos adultos para tener presencia física regular en el colegio; este medio les permitiría estar pendientes del desempeño de sus hijos y colaborar también en el trabajo docente. Una competencia importante es el comunicarse, relacionarse y colaborar en entornos digitales por lo que se debe velar por la calidad y el contenido de la comunicación atendiendo a las necesidades propias y de los demás. Además, se recomienda que los blogs sean sobre todo entretenidos, que resulten entretenidos, que le guste al docente, al <<blogger>> trabajar en él, caso contrario los lectores pueden percibir que se considera como una tarea pesada (29).

### 3.5 Elaboración de presentaciones multimedia

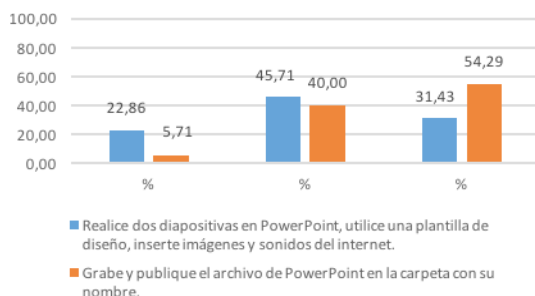


Fig.3. Nivel de conocimientos en Elaboración de presentaciones multimedia que tienen los docentes en el diagnóstico inicial.

Como se aprecia en la Fig. 3, para este indicador los porcentajes obtenidos fueron: el 45,71% en un nivel regular, el 22,86% bueno y el 31,43% como malo. Se les calificó en un nivel malo a quienes no insertaron ni sonidos ni imágenes de internet. Después se requirió la actividad: grabe y publique el archivo de PowerPoint; según los resultados: el 54,29% se ubican en un nivel malo al no poder realizar las acciones solicitadas, el 40,00% lo hizo de forma regular y tan solo el 5,71% lo hicieron correctamente. Quienes pudieron grabar la presentación, pero desconocían la opción de publicar fueron catalogados dentro del nivel regular ya que solamente con la publicación se graban todos los recursos multimedia importados de otras aplicaciones. Para el diseño exitoso de diapositivas es importante tener en cuenta varios criterios pedagógicos, principalmente lo recomendado por Rosler (30), quien indica que: “La imagen de cada diapositiva debe representar simbólicamente el concepto que se quiere enseñar (que sintonice con los intereses emocionales de los receptores), con el triple objetivo de llamar la atención, mejorar la comprensión y reforzar su recuerdo al anclarlo analógicamente a la imagen”.

### 3.6 Producción de objetos de aprendizaje

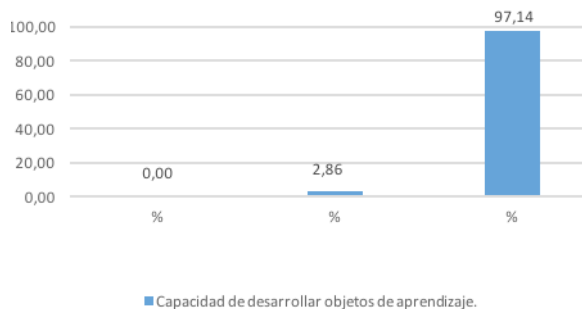


Fig. 4. Nivel de conocimientos en Producción de objetos de aprendizajes que tienen los docentes en el diagnóstico inicial.

La aplicación de las herramientas informáticas a la enseñanza fue evaluada por medio de la Capacidad de desarrollar objetos de aprendizaje; los resultados mostrados en la Fig. 4, indican que: el 97,14% de los encuestados, casi la totalidad se encuentran en el nivel malo de calificación al no poder utilizar ningún software con fines educativos, solo una persona que constituyó el 2,86% accedió al programa Edilim e intentó hacer una sopa de letras pero sin poder terminar la tarea, por lo que se le calificó en el nivel regular. La utilización de las herramientas informática como medios didácticos permite actividades que facilitan la información, el entretenimiento, y sobre todo son una guía del aprendizaje, ayudan a evaluar, diagnosticar y rehabilitar, a tratar y retroalimentar diversos contenidos de manera muy interactiva, elaboran materiales de gran potencial didáctico de manera sencilla, útil y rápida. Algunos programas que ofrecen muchas posibilidades para la producción de recursos educativos son: Camp tasia, Voicethread, Edilim, Hotpotatoes, entre otros. Los docentes motivados pueden buscar apoyo de expertos para desarrollar diversos materiales de apoyos a clase, tan sencillos como guías hechas en Word o más sofisticados con libros electrónicos con elementos multimedia (31).

### 3.7 Comprobación de hipótesis

INDICADOR - TAREA	NIVEL BUENO				NIVEL REGULAR				NIVEL MALO			
	ANTES		DESPUÉS		ANTES		DESPUÉS		ANTES		DESPUÉS	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>Manejo de información a través del internet</b>												
Capacidad de manejar carpetas y archivos	22	62,86	35	100	4	11,43	0	0,00	7	20,00	0	0,00
Instalación de programas	13	37,14	28	80,00	6	17,14	6	17,14	16	45,71	1	2,86
Manejo de información de un link o dirección electrónica	13	37,14	26	74,29	4	11,43	7	20,00	18	51,43	2	5,71
Uso de diccionarios online	6	17,14	31	88,57	7	20,00	4	11,43	22	62,86	0	0,00
Uso de sitios para recursos de traducción.	3	8,57	30	85,71	5	14,29	5	14,29	27	77,14	0	0,00
Búsqueda de información específica en internet	2	5,71	25	71,43	5	14,29	7	20,00	28	80,00	3	8,57
Capacidad de crear y manejar una página Web	0	0,00	32	91,43	0	0,00	2	5,71	35	100	1	2,86
Capacidad de manejar una cuenta de correo electrónico	10	28,57	31	88,57	14	40,00	4	11,43	11	31,43	0	0,00
Capacidad de crear y manejar un blog	0	0,00	30	85,71	0	0,00	4	11,43	35	100	1	2,86
<b>Elaboración de presentaciones en PowerPoint</b>												
Realizar diapositivas con plantillas, insertar imágenes y sonidos de internet.	8	22,86	29	82,86	16	45,71	6	17,14	11	31,43	0	0,00
Grabar y publicar el archivo de Power Point.	2	5,71	31	88,57	14	40,00	4	11,43	19	54,29	0	0,00
<b>Capacidad de desarrollar objetos de aprendizaje</b>												
Utilizar herramientas informáticas para desarrollar recursos educativos	0	0,00	28	80,00	1	2,86	6	17,14	34	97,14	1	2,86

Tabla 2. Comparación del nivel de conocimientos antes y después de la capacitación de los profesores investigados en la aplicación de las herramientas informáticas para la enseñanza.



En la Tabla 2, se comparan los resultados de antes y después de la capacitación y se observa claramente la diferencia de porcentajes de ambos. Al sacar un promedio de los porcentajes obtenidos en cada momento de la evaluación se observa que los catalogados en el nivel de conocimientos bueno se incrementaron del 23,62% al 85,52% mientras que los del nivel regular disminuyeron del 16,19% al 12,76%, al igual que el nivel malo del 60,19% al 1,71%, resultados que son considerados sumamente positivos. Estos resultados permitieron la comprobación de la hipótesis, el procedimiento de la prueba Z entre dos fracciones o proporciones (32), permitió decidir que para un nivel del 5% (0,05) de error se tiene un intervalo de aceptación de  $H_0$  ( $-\infty, 1,64$ ) pero como el valor de Z calculada es (8,86) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir: *La Implementación de una Metodología de Capacitación B-learning permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en Herramientas Informáticas aplicadas a la enseñanza.* Con este procedimiento se demuestra el incremento del nivel de conocimientos bueno del 23,62% inicial al 85,52% después de la capacitación, dando un porcentaje de aumento del 61.9%.

Se detalla el proceso de comprobación de hipótesis a continuación:

### 3.7.1 Planteamiento de la hipótesis y modelo de decisión

Hipótesis Nula  $H_0$ :

La Implementación de una Metodología de Capacitación B-learning no permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en Herramientas Informáticas aplicadas a la enseñanza.

$H_0$  :  $P = 23,62\%$  (porcentaje del nivel de conocimientos de los profesores antes de la capacitación).

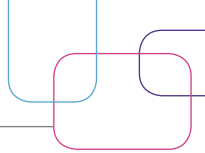
Hipótesis Alternativa  $H_i$ :

La Implementación de una Metodología de Capacitación B-learning permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en Herramientas Informáticas aplicadas a la enseñanza.

$H_i$  :  $P > 23,62\%$  (porcentaje del nivel de conocimientos de los profesores antes de la capacitación).

### 3.7.2 Escogimiento del nivel de significación

El nivel de significación,  $\alpha$  permitido. Para una  $\alpha = 0,05$  el valor de tabla de Z para una prueba de una sola cola es igual a 1,64 para el 95% de confianza.



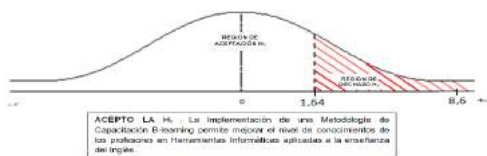
### 3.7.3 Descripción de la población

La población es de 35 docentes de nivel bachillerato de los colegios de la ciudad de Riobamba, tomada de manera aleatoria.

### 3.7.4 Especificación del estadístico

Se utiliza la Prueba Z entre dos fracciones o proporciones por ser la muestra de 35 profesores (24).

### 3.7.5 Especificación de las regiones de aceptación y rechazo



*ACEPTO LA  $H_1$ : La implementación de una Metodología de Capacitación B-learning permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en Herramientas Informáticas aplicadas a la enseñanza.*

### 3.7.6 Recolección de datos y cálculo de los estadísticos

Fórmula:

$$Z_c = \frac{p-p}{\sigma_p} \quad (1)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p \times q}{n}} \quad (2)$$

Datos:

$Z_c = Z$  calculada

$p$  = proporción muestral

(porcentaje antes de la capacitación dividido para 100)

$23,62\% \div 100 = 0,24$

$P$  = proporción muestral

(porcentaje después de la capacitación dividido para 100)

$85,52\% \div 100 = 0,86$

$\sigma_p$  = Error estándar de la proporción

$p$  = proporción muestral

(porcentaje antes de la capacitación dividido para 100)

$23,62\% \div 100 = 0,24$

$q = 1 - p$  (1 – proporción muestral antes de la capacitación)

$1 - 0,2362 = 0,76$

$n$  = muestra (35 docentes)

Cálculo:

$$Z_c = \frac{0,86-0,24}{\sqrt{\frac{0,24 \times (1-0,24)}{35}}} = \frac{0,62}{\sqrt{\frac{0,23 \times 0,76}{35}}} = \frac{0,62}{\sqrt{\frac{0,18}{35}}} = \frac{0,62}{\sqrt{0,0051}} = \frac{0,62}{0,07} = 8,86 \quad (3)$$

### 3.7.7 Regla de decisión

$$Z_c > Z_t$$

Rechazo  $H_0$  Si  $Z$  calculada ( $Z_c$ ) es mayor que  $Z$  tabulada ( $Z_t$ ).

Valor  $Z$  tabulada: valor de 1.64 para el 95 % de Nivel de confianza para el 5% de error = 0.05

*Para un nivel del 5% (0,05) de error se tiene un intervalo de aceptación de  $H_0$  (-  $\infty$ , 1,64), siendo el valor de  $Z$  calculada 8,86 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir: La Implementación de una Metodología de Capacitación B-learning permite mejorar el nivel de conocimientos de los profesores en Herramientas Informáticas aplicadas a la enseñanza. Con este procedimiento se demuestra el incremento del nivel de conocimientos bueno del 23,62% inicial al 85,52% después de la capacitación, dando un porcentaje de aumento del 61.9%.*

## 4. Conclusiones

El trabajo de investigación permitió llegar a las siguientes conclusiones:

Las herramientas informáticas ofrecen múltiples beneficios como: el procesamiento de contenidos para la producción de objetos de aprendizaje; eliminan las barreras espaciales, flexibilizan el tiempo, ayudan a los vínculos sociales, obligan a la objetividad y precisión en la comunicación y principalmente favorecen los diferentes estilos de aprendizaje cuando se introducen elementos lúdicos interactivos.

El nivel de conocimientos de los profesores en relación a estas herramientas se incrementó en un 61,9% con la aplicación de la intervención educativa. Por lo que se comprobó la hipótesis de investigación o alternativa; el mejoramiento de los conocimientos en herramientas informáticas para la enseñanza con la aplicación de la intervención educativa.

La Metodología de Capacitación se basó en la modalidad Blended Learning, que permitió cumplir con el objetivo educativo de mejorar los conocimientos de los profesores en el diseño, aplicación y publicación pedagógica de contenidos digitales utilizando las herramientas de la web 2.0 para la producción de objetos de aprendizaje que optimicen la enseñanza. Se basó en cuatro ejes temáticos: Manejo de información a través del internet, Actitudes ante las TICs, Elaboración de presentaciones multimedia y Producción de material educativo interactivo.

El Aula Virtual publicada en la plataforma Moodle de la ESPOCH permitió el apoyo a las actividades presenciales, permitiendo se atiendan las necesidades académicas y de comunicación del facilitador y los capacitandos que intercambiaron tareas y criterios en forma oportuna y exitosa.

### **Agradecimientos**

Se expresa un profundo agradecimiento a los profesores de los colegios que participaron en la capacitación con responsabilidad y dedicación, contribuyendo al éxito de esta investigación.

### **Conflicto de intereses**

Los resultados de la investigación no fueron afectados por ningún conflicto de intereses.

### **Referencias**

1. Rosario J. 2006. TIC: Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual. DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia. 2: 8-9.
2. Blázquez-Entonado F. Sociedad de la Información y Educación. Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología. Colección: Investigación Educativa. Mérida: Javier Felipe S.L.;2001.p.7
3. Soto CF, Senra AI, Neira MC. 2009. Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. EDUTEC. Revista electrónica de Tecnología educativa. 3: 29- 30.
4. Sánchez J. Integración curricular de las TICs: conceptos e ideas. Santiago: Universidad de Chile. Chile; 2002. p. 1
5. Area-Moreira M. ¿Qué aporta internet al cambio pedagógico en la educación superior?. Tecnología Educativa. Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación. Universidad de La Laguna. [Internet]. 2000. [citado 27 de enero del 2018]; 3. Disponible en: <http://www.tecnologiaedu.us.es/cursos/29/html/bibliovir/pdf/a12.pdf>
6. Ministerio de Educación [Internet]. Quito; 2015. [actualizada en febrero de 2015; acceso 30 enero 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/06/PUB\\_ContextoVol1\\_may2015.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/06/PUB_ContextoVol1_may2015.pdf)
7. Lara-Olivo L. Capacitación b-learning basada en el diagnóstico sobre herramientas informáticas para la enseñanza del idioma Inglés. [tesis de maestría]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2011.
8. Veloz-Miño S, Lara – Olivo L. Uso de Internet en la enseñanza que desarrollan los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En: Flores L, Moreno H, Pérez J, Ojeda M, Naula B. IV Congreso de Ciencia, Tecnología, Emprendimiento e Innovación. ESPOCH; 2017. p. 355 – 370.
9. INEC [Internet]. Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU (2012-2016). Quito; 2016. [actualizada en febrero de 2016; acceso 30 enero 2018]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion\\_Tics\\_2016.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf)
10. Imbernón F, Silva P, Guzmán, C. 2011. Competencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje virtual y semipresencial. Comunicar. 18: p.108

11. Litwin E. Tecnología educativa. Política, historias, propuestas. Buenos Aires: Ediciones Paidós SA; 1998. p.13
12. Marqués P. 1998. Usos educativos de Internet. ¿La revolución de la enseñanza?. Comunicación y pedagogía. 154: 37-44.
13. Galbán L, Ortega B. 2004. El uso de Internet como recursos didáctico. Facultad de Pedagogía, Universidad Panamericana, México. Somece. 1:2.
14. Salinas – Ibáñez J. et al. Innovación educativa y uso de las TIC. Sevilla. Universidad Internacional de Andalucía. 2008 p. 21.
15. UNESCO. Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza. Manual para docentes o Cómo crear nuevos entornos de aprendizaje abierto por medio de las TIC. [Internet]; 2006. [citado 29 de enero del 2018]; 1: 17. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139028s.pdf>
16. Tamayo M. El proceso de la investigación científica. 4ª ed. México: Limusa; 2003. p. 48-49.
17. Oviedo C, Campo A. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría. [Internet]. 2005, [citado 28 de enero del 2018]; 1: 572-580. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>
18. Gil-Pascual J. A. Estadística e informática (SPSS) en la investigación descriptiva e inferencial. España: Fondo editorial UNED; 2006. p.3.
19. Daniel WW. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed: Limusa Wiley; 2003. p.39.
20. Castillo de Flores B. Aplicando el Diseño Instruccional en el desarrollo e implementación de cursos en línea en Bases de Datos. [Internet]. 2010. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:1354/n03castillo03.pdf>
21. Díaz-Camacho JE, Ramírez Velázquez T. Modelo de Diseño Instruccional para la Elaboración de Cursos en Línea. 2013.
22. Cárdenas IR, Zermeño MG, Tijerina RF. 2013. Tecnologías educativas y estrategias didácticas: criterios de selección. Revista educación y tecnología. 3: 193.
23. Adell J, Sales A. El profesor online: elementos para la definición de un nuevo rol docente. En: EDUTEC 99. IV Congreso de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación para la educación. Nuevas tecnologías en la formación flexible ya distancia. Universidad de Sevilla; 1999. Disponible en: [http://www.quadernsdigitals.net/datos\\_web/hemeroteca/r\\_11/nr\\_185/a\\_2609/2609.html](http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_11/nr_185/a_2609/2609.html)
24. Rodríguez-Mondejar F. 2000. Las actitudes del profesorado hacia la informática. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 15: 91-103.
25. Cabero J, Morales J, Romero R, et al. 2006. Formación del profesorado universitario en estrategias metodológicas para la incorporación del aprendizaje en red en el espacio europeo de educación superior (EEES). *Revista de Medios y Educación*, 27: 11-29.
26. Adell J. 1997. Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. EDUTEC, Revista electrónica de tecnología educativa, 7: 1-19.
27. ESPE. La modalidad de educación a distancia. Guía de capacitación. Asesoría en técnicas de estudio autónomo y manejo de herramientas informáticas; 2011. P. 36 – 39.
28. Flores-Pérez LA, Sanz-Rubiales A, Hernansanz S. El correo electrónico (e-mail). [Internet]. [citado 29 de enero del 2018]; 1: 1 - 6. Disponible en: <http://www.federacion-matronas.org/wp-content/uploads/2018/01/vol2n6pag30-35.pdf>
29. Maestros del web [Internet], España: Rodríguez E; [actualizada e14 marzo 2018; acceso 27 marzo 2018]. [aprox.13 pantallas]. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/blogexitoso/>
30. Rosler, R. Power Point y “Seduc@ción”. Revista Argentina de Radiología [Internet]. 2009;

- 73(1):101-102. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382538479012>
31. Jaramillo, P, Castañeda, P, Pimienta, M. Qué hacer con la tecnología en el aula: inventario de usos de las TIC para aprender y enseñar. *Educación y Educadores* [Internet].2009; 12(2):159-179. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83412219011>
  32. Cabrera JC, Jaramillo JJ. *Estadística Inferencial*. Universidad Particular de Loja. Ecuador: Talleres gráficos UTPL; 1997. p. 326 – 333.





# ANÁLISIS DE AMENAZAS SOBRE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO, ECUADOR

(ANALYSIS OF THREATS FROM WETLANDS IN THE CHIMBORAZO  
FAUNA PRODUCTION RESERVE, ECUADOR)

P, Lozano Rodríguez\*, A, Flores Mancheno, A, Armas Armas, C, Jara Santillan

Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155

\*Correspondencia. Tel. 593 99 271 5433,  
e-mail: plozano@esPOCH.edu.ec (P, Lozano Rodríguez)

## RESUMEN

Para impulsar procesos de restauración de ecosistemas es fundamental entender de forma exhaustiva los factores que impulsan y ocasionan la pérdida de la estructura, composición y función del referido ecosistema. En este contexto, el objetivo del presente trabajo es analizar participativamente las amenazas que afectan el bofedal en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, para lo cual se empleó un método de análisis multicriterio, que permitió a 21 expertos evaluar las presiones y fuentes de presión que conforma las amenazas de las áreas de muestreo de bofedal; posteriormente se realizó el análisis del coeficiente de variación de valores, el análisis descriptivo bidimensional de variables, y finalmente el análisis de componentes principales. Los resultados indican que las evaluaciones de los expertos tienen una variabilidad aceptable (no supera el 15%); las variables en estudio están correlacionadas y presentan una relación positiva y fuerte (superan el 0,7), y las áreas con mayor nivel de amenaza son A6 y A12, seguidas por las áreas A10, A8, A16, A7, A4, A2.

**Palabras clave:** *ecosistema, presión, fuente de presión, análisis multicriterio.*

## ABSTRACT

In order to promote ecosystem restoration processes, it is essential to comprehensively understand the factors that drive and cause the loss of the structure, composition and function of the aforementioned ecosystem. In this context, the objective of this work is to analyze the threats affecting the wetlands in the Chimborazo Fauna Production Reserve, using a multicriteria analysis method, which allowed 21 experts to evaluate pressure and sources of pressure, and it forms the threats of the wetlands sampling areas; subsequently the analysis of the coefficient of variation of values, the two-dimensional descriptive analysis of variables, and finally the analysis of main components. The results indicate that the evaluations of the experts have an acceptable variability (it does not exceed 15%), the variables under study are correlated and have a positive and strong relationship (they exceed 0,7), and the areas with the highest level of threat are A6 and A12, followed by areas A10, A8, A16, A7, A4, A2.

**Keywords:** *ecosystem, pressure, source of pressure, multicriteria analysis.*

## 1. Introducción

Los bofedales se localizan en la zona altoandina (1) y se caracterizan por ser sistemas donde los biotipos acuático y terrestre convergen, debido al alto grado de saturación de agua que presenta el suelo (2,3). La alta variabilidad que presentan los bofedales hacen que sean muy diversos, complejos (4) y desde el punto de vista ecológico, sociocultural y económico, muy importantes, puesto que brindan una infinidad de servicios ecosistémicos tales como: materia prima, fibra, hábitat (aprovisionamiento), regulación hídrica, regulación del clima (regulación), recreación, paisajes (culturales), ciclo de nutrientes, almacenamiento de carbono (soporte) (5).

Los bofedales ocupan extensiones relativamente pequeñas (6), y se encuentran entre los ecosistemas más amenazados a nivel mundial considerando que cerca del 50% de ellos prácticamente han desaparecido (7). La vegetación junto con otros factores son fundamentales en el desempeño de las funciones ecológicas de los bofedales (8), sin embargo las actividades antropogénicas y el cambio climático han generado transformaciones en la abundancia y distribución de las especies que los conforman de forma acelerada, causando modificaciones importantes en la estructura y extensión (9), producto de ello se ha generado una alteración en las funciones y los servicios ecosistémicos, lo cual afecta principalmente al bienestar de las poblaciones locales (10–12).

Las principales fuentes de amenazas sobre la funcionalidad natural de los bofedales son las actividades humanas (13). La ganadería es la actividad que más transforma y altera los bofedales, debido a esta actividad, las áreas se ven invadidas por el pastoreo, que empobrece los suelos por la acción del pisoteo, y destruye los desniveles naturales de las zonas acumuladoras de agua, acelerando la destrucción de los cuerpos lenticos (14). De igual manera, la agricultura y la presencia de infraestructura, provoca consecuencias drásticas al modificar las funciones de los bofedales ya que se reduce la cobertura vegetal ocasionando, adicionalmente, la pérdida de biodiversidad (15).

La evaluación de la condición de amenaza de los bofedales debe satisfacer de manera efectiva las interrogantes biofísicas y antrópicas de su afectación, por tanto, es necesario aplicar un método de valoración robusto e integrar parámetros físicos, químicos, biológicos y sociales (16,17), que adicionalmente considere el criterio de varios actores involucrados en el manejo del ecosistema (18) para garantizar objetividad y utilidad de los resultados.

En este sentido dentro de las diferentes estrategias de investigación que existen para la construcción y validación de instrumentos de recogida o análisis de información, se encuentra el método Delphi, que ha sido utilizado en muchas áreas (19,20), debido a que es un proceso sistemático, e interactivo encaminado a la obtención de opiniones y consenso a partir de experiencias y juicios de

expertos (21), mismo que acompañado con el análisis de las técnicas estadísticas pertinentes, puede constituirse en una potencial herramienta que brinde información para impulsar acciones de restauración ecológica de ecosistemas que presenten algún grado de amenaza.

En la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCh) los bofedales se distribuyen en áreas de tamaños diferentes localizados en valles abiertos y zonas de depresión en torno a los nevados Chimborazo y Carihuairazo, constituyéndose en zonas de alto valor ecológico para esta Reserva, sin embargo no existe información significativa que detalle las amenazas a la que están expuestos los bofedales, ante esta situación y mediante un análisis multicriterio se busca construir un registro de la problemática que rodea a los bofedales, desde la mirada de los técnicos que administran el área, los académicos que investigan en el área y los pobladores locales que habitan en el área.

Bajo este contexto el presente estudio planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es el nivel de amenazas sobre los bofedales de la RPFCh desde un enfoque participativo?. Para resolver esta pregunta se formuló el siguiente objetivo: analizar las amenazas que afectan los bofedales de la RPFCh, a través de una herramienta multicriterio que permita registrar la opinión de los actores involucrados en el manejo del ecosistema. El propósito de este estudio es generar información objetiva en cuanto a las presiones y fuentes de presión que conforman las amenazas que afectan el bofedal, que a su vez permitan impulsar acciones de restauración del ecosistema.

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1 Área de estudio*

El presente estudio se realizó en la jurisdicción de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, cuyas coordenadas geográficas son: noroeste 724588–9851177; sureste 748675- 9831139; noreste 754275 –9850907 y suroeste 731335 –9830667 (22), centrándose en los bofedales de la RPFCh cuya extensión asciende a 6.456,34 ha, y para efectos de esta investigación se tomó como muestra 519,59 ha distribuidas en 16 áreas de estudio, en la provincia de Chimborazo (4 bofedales), en Bolívar (6 bofedales) y en Tungurahua (6 bofedales). Las altitudes de los sitios varían desde los 3825 hasta los 4442 msnm (Fig. 1).

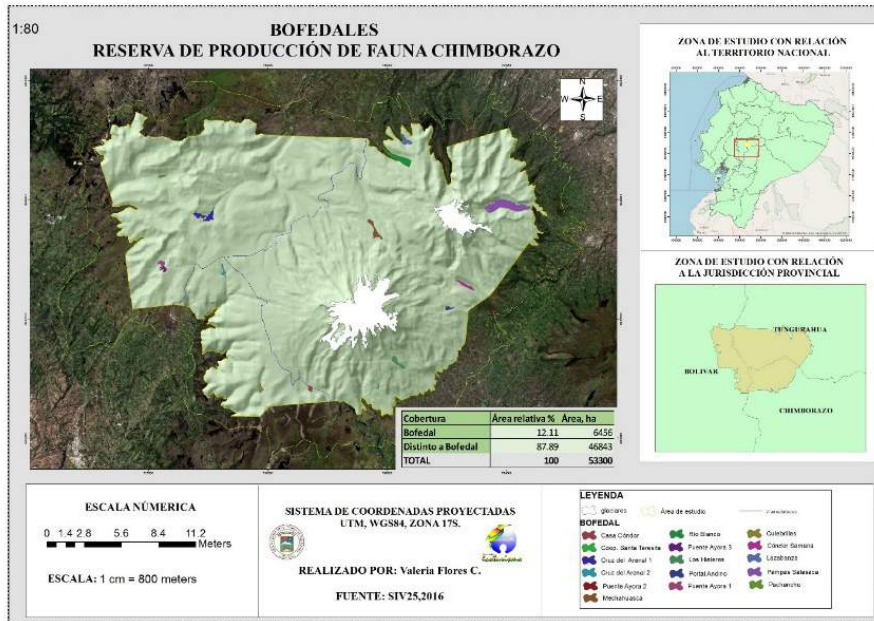


Fig. 1. Mapa de áreas de estudio

## 2.2 Métodos

El presente estudio midió de forma independiente las variables que permitieron analizar el nivel de amenazas de los bofedales de la RPFCh, en cuanto a: alcance, severidad, contribución e irreversibilidad de la amenaza. Para cumplir este propósito se emplearon herramientas y técnicas de investigación de campo, documental y estadística, las cuales basadas en el método Delphi permitieron cumplir con el objetivo propuesto, como se describen a continuación:

### 2.2.1 Fase preliminar

Previo a la preparación del instrumento se realizaron salidas de campo a las áreas de estudio para identificar y caracterizar las amenazas en relación a presiones y fuentes de presión.

La preparación del instrumento respondió a la metodología de Planificación para la Conservación de Áreas- PCA (23), para el cual se diseñó una herramienta multicriterio de evaluación de amenazas antrópicas que evalúa dos criterios: a) las presiones, donde se evalúa la severidad y alcance y b) las fuentes de presión, que evalúa la contribución e irreversibilidad. Cada sub-criterio fue ponderado a partir de cuatro parámetros: bajo, medio, alto y muy alto, calificados con una puntuación del 0 al 4: bajo (0,1-1), medio (1,1-2), alto (2,1-3), y muy alto (3,1-4).

La selección de expertos se desarrolló tomando en cuenta dos orientaciones: a) Cualitativa, los expertos se seleccionaron en función del objetivo prefijado, y atendiendo a criterios de experiencia, conocimiento del área de estudio, conocimiento del tema, acceso a la información, perfil profesional y disponibilidad para generar la información; y b) Cuantitativa, en función de los recursos y medios disponibles, que según estudios anteriores es aconsejable no menor a 7, pero no más de 30 (24). Los expertos se distribuyeron en: técnicos que administran el área (Ministerio de Ambiente), académicos que investigan en el área (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) y de los pobladores locales que habitan en el área (Líderes y representantes indígenas de las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar).

### 2.2.2..Fase de evaluación

La validación de la herramienta multicriterio se realizó conjuntamente con los docentes de la Facultad de Recursos Naturales (Espoch) que conformaron el grupo de trabajo.

La aplicación de la herramienta multicriterio se desarrolló mediante talleres: 2 talleres con los grupos de expertos en cuanto a técnicos y académicos y 3 talleres para el grupo de expertos de las poblaciones locales (25,26). En esta subfase cada uno de los expertos asignó una calificación a las presiones y fuentes de presión de cada una de las 16 áreas de estudio.

El registro de la información se realizó en el software Excel 2013, por cada uno de los expertos y posteriormente se procesó la información resumiéndola en una tabla que está formada por el promedio de la evaluación del nivel de amenaza, según el criterio de los expertos que participaron en este estudio.

### 2.2.3 Fase de análisis estadístico

El cálculo del primer componente principal se realizó a través de una combinación lineal de las variables originales que tiene varianza máxima (27,28). Los valores en este primer componente de los  $n$  individuos se representaron por un vector  $z_1$ , dado por la ecuación  $z_1 = Xa_1$ .

La varianza se obtuvo por  $\frac{1}{n}z_1'z_1 = \frac{1}{n}a_1'X'Xa_1 = a_1'Sa_1$  donde:  $S$  es la matriz de varianzas y covarianzas de las observaciones. Se puede maximizar la varianza sin límite aumentando el módulo del vector  $a_1$ ; como las variables originales tienen media cero también  $z_1$  la tiene. Para que la maximización de la varianza tenga solución se consideró como restricción que  $a_1'a_1 = 1$ . Esta restricción se introdujo mediante el multiplicador de Lagrange (29);  $M = a_1'Sa_1 - \lambda(a_1'a_1 - 1)$ , posteriormente se maximizó esta expresión de forma habitual, derivando respecto a los componentes de  $a_1$  e igualando a cero  $\frac{\partial M}{\partial a_1} = 2Sa_1 - 2\lambda a_1 = 0$ , cuya solución es  $Sa_1 = \lambda a_1$ , misma que implica que  $\frac{\partial M}{\partial a_1}$  es un vector propio de la matriz  $S$ , y  $\lambda$  su correspondiente valor propio. Para determinar qué valor

propio de  $S$  es la solución de  $Sa_1 = \lambda a_1$ , se resolvió  $a_1' S a_1 = \lambda a_1' S a_1 = \lambda$  y se concluyó que  $\lambda$  es la varianza de  $z_1$ ; ya que ésta es la cantidad que se busca minimizar,  $\lambda$  es el mayor valor propio de la matriz  $S$ . Su vector asociado,  $a_1$ , define los coeficientes de cada variable en el primer componente principal. Finalmente los cálculos de los análisis y procesamiento de datos se realizó en el software R studio, 2017.

### 3. Resultados

#### 3.1 Diseño del método

El método consistió en seleccionar un grupo de expertos con conocimientos del área de estudio y de la problemática que rodea a los bofedales; en total se seleccionaron 21 expertos, distribuidos en 8 técnicos que administran la RPFCh, 8 académicos de la Facultad de Recursos Naturales y 5 representantes de las comunidades. Los expertos signaron una puntuación a cada presión y fuente de presión para posteriormente obtener un análisis general de cada variable, previo al análisis estadístico de los datos (Fig. 2).

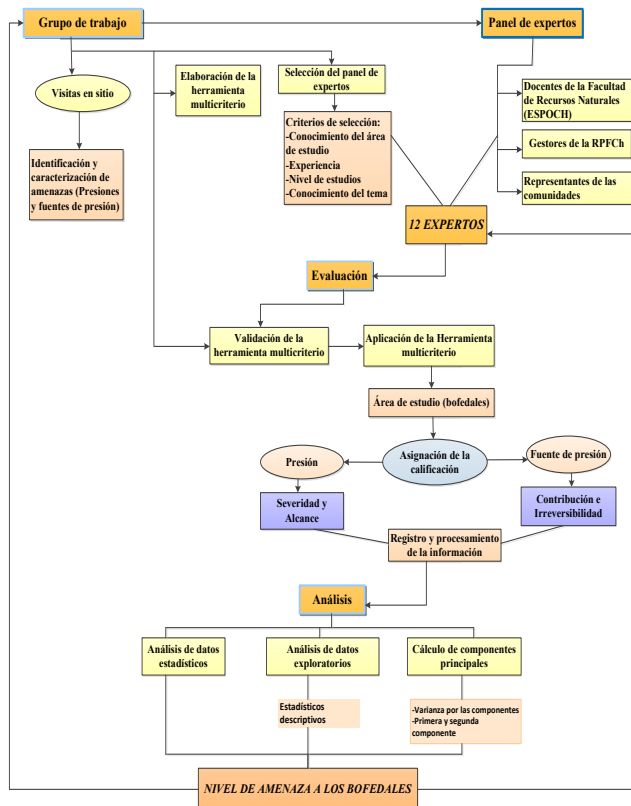


Fig. 2. Proceso de construcción de herramienta multicriterio y determinación de amenazas



### 3.2 Fase de evaluación

El promedio de la evaluación del nivel de amenaza, según el criterio de los 21 expertos, varía entre cero y cuatro respecto a la asignación de una calificación a los subcriterios severidad y alcance que determinan las presiones y a la contribución e irreversibilidad que determinan las fuentes de presión (Tabla 1).

Áreas	Nombre	Severidad	Alcance	Contribución	Irreversibilidad
A1	Cruz del Arenal 2	2,19	2,04	1,62	1,74
A2	Casa Cóndor	2,32	2,35	1,97	1,96
A3	Cruz del Arenal 1	1,67	1,84	1,39	1,62
A4	Culebrillas	2,19	2,15	2,17	2,21
A5	Puente Ayora 2	2,00	1,95	1,82	1,81
A6	Pachancho	2,62	2,57	2,51	2,58
A7	Puente Ayora 1	2,20	2,16	2,14	2,29
A8	Puente Ayora 3	2,39	2,40	2,14	2,41
A9	Coop. Santa Teresita	1,77	1,81	1,88	2,04
A10	Cóndor Samana	2,45	2,36	2,32	2,31
A11	Los Hieleros	1,87	1,80	1,84	1,93
A12	Portal Andino	2,46	2,43	2,44	2,43
A13	Lazabanza	1,95	1,96	1,96	2,15
A14	Pampas Salasaca	2,00	1,93	1,96	2,10
A15	Mechahuasca	1,96	1,96	2,08	2,14
A16	Río Blanco	2,31	2,23	2,14	2,29

Tabla 1. Promedio de la evaluación del nivel de amenaza

### 3.3 Fase de análisis estadístico

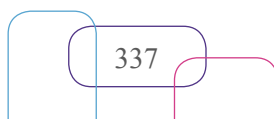
#### 3.3.1 Análisis Exploratorio de Datos

A través del análisis del coeficiente de variación se puede observar que cada factor evaluado tiene una variabilidad aceptable ya que la misma no supera un 15%, (Tabla 2).

Estadísticos descriptivos	Severidad	Alcance	Contribución	Irreversibilidad
Mínimo	1,67	1,80	1,39	1,62
1er Cuartil	1,96	1,94	1,87	1,95
Mediana	2,19	2,10	2,03	2,15
Media	2,15	2,12	2,02	2,13
3er Cuartil	2,34	2,35	2,15	2,30
Máximo	2,62	2,57	2,51	2,58
Desviación Estándar	0,27	0,25	0,29	0,27
Coeficiente de Variación	0,13	0,12	0,14	0,12

Tabla 2. Estadísticos descriptivos

En la Figura 3 se observa que los subcriterios severidad y alcance están linealmente correlacionados, al igual que contribución e irreversibilidad. Esta





relación es positiva, es decir que aquellas áreas que tuvieron mayor evaluación en severidad, también lo tuvieron en alcance. De la misma forma, a mayor evaluación en contribución, mayor evaluación en irreversibilidad. Este análisis descriptivo bidimensional se realiza con la finalidad de determinar la existencia de posibles relaciones lineales entre pares de factores (30).

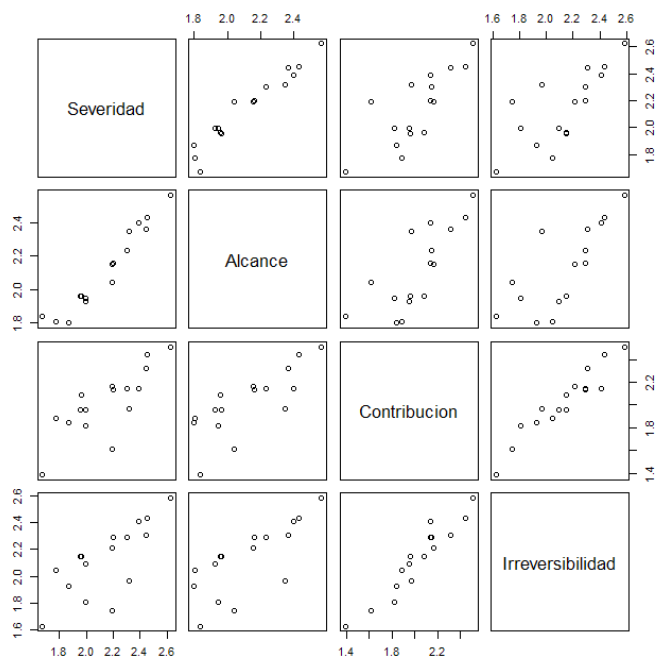
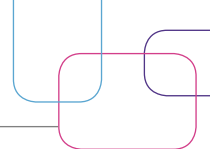


Fig. 3. Diagrama de dispersión

Al analizar los valores de la matriz de correlación, se puede evidenciar que la relación lineal entre estos factores es positiva y fuerte, ya que cada uno de ellos es superior a 0,7. Existe una mayor correlación entre los factores Severidad y Alcance, es decir, un área que presenta mayor evaluación en Severidad, también lo presentó en Alcance. Así mismo las áreas que presentaron una mayor evaluación en Contribución, lo hicieron también en Irreversibilidad (Tabla 3).

Correlación	Severidad	Alcance	Contribución	Irreversibilidad
Severidad	1			
Alcance	<b>0,968</b>	1		
Contribución	0,798	0,779	1	
Irreversibilidad	0,746	0,750	<b>0,951</b>	1

Tabla 3. Matriz de Correlación



### 3.3.2 Cálculo de componentes principales

La siguiente información permite identificar cuántas componentes principales se van a utilizar en este análisis. En este caso, el escoger 1 componente puede ser beneficioso por cuanto se logra explicar el 87,4% de la varianza; si se añade el segundo componente, se logra explicar el 98,1% de la variabilidad explicada acumulada (Tabla 4).

Componentes	Autovalores	Varianza Explicada	Varianza Explicada acumulada
1	3,497	87,4%	87,4%
2	0,426	10,6%	98,1%
3	0,052	1,3%	99,4%
4	0,025	0,6%	10,0%

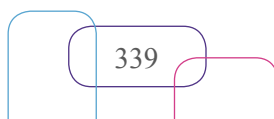
Tabla 4. Varianza explicada por las componentes

Partiendo del criterio de Kaiser quien señala que se deben tomar tantos componentes como autovalores mayores a 1, se determina considerar una sola componente (31); a partir de la cual se procede a formar la ecuación que describe la relación lineal con las variables originales (Tabla 5).

Factores	Componente 1
Severidad	-0,502
Alcance	-0,500
Contribución	-0,505
Irreversibilidad	-0,493

Tabla 5. Componentes Principales

La primera componente principal ordena las áreas con mayor evaluación (nivel de amenaza) en los factores bajo estudio, es decir, las áreas con mayor magnitud estarán proyectadas en el lado izquierdo de la primera componente. Las áreas A6 y A12 son aquellas que tienen mayor evaluación, así también las áreas A10, A8, A16, A7, A4, A2 presentan mayor evaluación pero en menor medida que las áreas descritas anteriormente. Las restantes áreas por encontrarse en el sentido opuesto a los factores, tienen una evaluación más baja (menor nivel de amenaza); esto se debe a que si se tomara en cuenta la segunda componente principal, se puede observar que los factores alcance y severidad se encuentra fuertemente relacionados, esto se debe a que estos factores comprenden las presiones y los factores contribución e irreversibilidad determinan las fuentes de presión (Fig. 4).



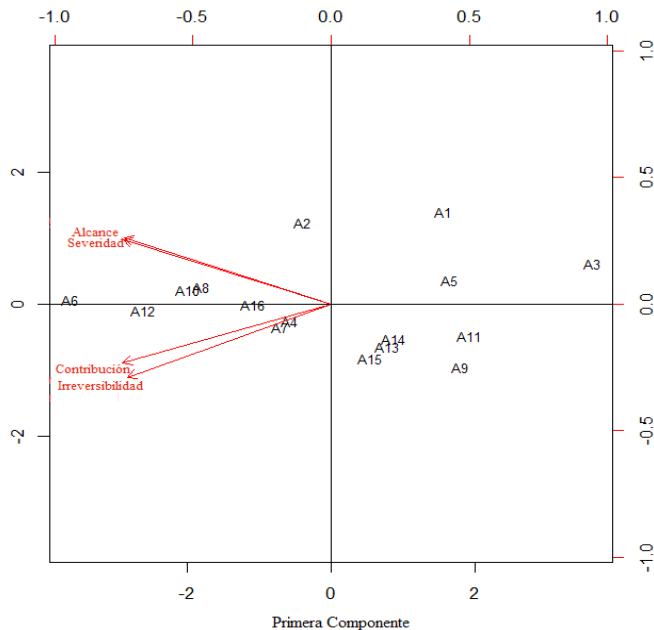


Fig. 4. Primera y segunda componente principal

#### 4. Discusión

Mediante la evaluación multicriterio, el análisis de la información sirvió para conocer la condición de los bofedales en cuanto a presencia y nivel de amenazas, a través de varios subcriterios que en conjunto permiten visualizar la problemática de forma global y así se obtiene datos más objetivos (32). Este análisis es confiable debido a que se basa en el método Delphi, el cual busca llegar a un consenso a partir del cálculo del espacio intercuartil (33), es decir disminuir la desviación de la opinión de los expertos para llegar a un consenso (mediana). Los análisis multicriterio resultan ser una técnica ideal para poder estudiar simultáneamente información obtenida a partir de diferentes variables como es el caso de los estudiantes de la Universidad del Azuay (34), además resulta muy útil en la aplicación para la formulación de proyectos (35)

Los bofedales son muy frágiles y dependen de muchas variables para su sostenibilidad lo que dificulta su evaluación integral, puesto que sobre éstos se generan múltiples perturbaciones (36); en este sentido las principales fuentes de presión en torno a los bofedales de la RPFCh figuran las construcciones en áreas no apropiadas, canalización de agua y desarrollo de actividades agropecuarias, lo que concuerda parcialmente con un estudio en los páramos Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, en Chimborazo donde se evidencia que las principales afectaciones son la quema de pajonal, canalización de agua, aplicación de técnicas inapropiadas de agricultura y presencia de ganado (37). En otro estudio realizado

en Bofedales en Colombia se evidencia que dentro de los principales factores que afectan a estos sistemas se tienen el vertimiento de aguas residuales, la actividad agrícola y el vertimiento de residuos sólidos lo que concuerda parcialmente con nuestro análisis (38).

Las actividades antrópicas son las que de manera general más afectan a los bofedales y ecosistemas de alta montaña como lo afirma un estudio realizado en los páramos del Ecuador (39); producto de estas actividades se producen cambios tanto en la cobertura vegetal como en las propiedades físicas y químicas del suelo, lo cual ocasiona un desequilibrio en todo el sistema como lo afirma un estudio realizado en los páramos de Quimsacocha al sur del Ecuador (40).

El análisis de componentes principales muestra que Portal Andino, Puente Ayora 3, Casa Cóndor, Cóndor Samana y Río Blanco son las áreas que mayores amenazas presentan lo cual contrasta con un estudio realizado anteriormente en las áreas antes mencionadas (41). En otro estudio realizado en los páramos de Chimborazo se evidencia que en Río Blanco, Mechahuasca, Cóndor Samana la diversidad de vegetación es entre media y baja, (42), lo cual concuerda con nuestro análisis al decir que, esto se debe a las actividades antropogénicas que se han desarrollado sobre estos sistemas.

## 5. Conclusiones

La herramienta multicriterio aplicada para la evaluación de amenazas de los bofedales es participativa, confiable y robusta, por cuanto, permitió integrar en la evaluación una diversidad de criterios técnicos a 21 expertos relacionados con la conservación y aprovechamiento del referido ecosistema, obtenido como resultado de las evaluaciones una variabilidad aceptable (no supera el 15%).

Las amenazas de los bofedales tiene un nivel de afectación medio y presenta una estructura correlacionada, por cuanto, las variables de análisis: severidad, alcance, contribución e irreversibilidad se encuentran en valores de 2,03 a 2,19 (en una escala de 0 a 4) y su relación es lineal, positiva y fuerte (superan el 0,7), siendo la presión antrópica la principal amenaza del ecosistema, misma que está ocasionada especialmente por actividades no permitidas en el área de estudio como la práctica agropecuaria, canalización del agua, y presencia de construcciones.

Los bofedales con mayor nivel de amenaza son Pachancho (A6) y Portal Andino (A12), seguidas por las áreas Cóndor Samana (A10), Puente Ayora 3 (A8), Río Blanco (A16), Puente Ayora 1 (A7), Culebrillas (A4), Casa Condor (A2), estas se proyectan en el lado izquierdo de la primera componente principal, en la cual se observa los subcriterios de análisis severidad, alcance, contribución e irreversibilidad.

## Agradecimientos

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por impulsar la ejecución del proyecto de investigación “Evaluación de los servicios ecosistémicos que suministra la RPFCh.

## Conflictos de interés

No existen intereses particulares por parte de los autores, de la entidad científica o financiadora que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

## Referencias

1. Loza S, Meneses R, Anthelme F. Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *Ecol en Bolív* [Internet]. 2015 [cited 2018 Feb 9];1:39–56. Available from: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282015000100004&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282015000100004&script=sci_arttext&tlng=en)
2. Secretaría de la Convención de Ramsar. Manual de la Convención de Ramsar , 6ª edición. Ramsar [Internet]. 2013;6:118. Available from: <http://www.ramsar.org>
3. Perotti M, Diéguez M, Jara F. Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. *Rev Chil Hist Nat* [Internet]. 2005 Dec [cited 2018 Jan 28];78(4):723–37. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-078X2005000400011&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2005000400011&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
4. Vásquez C, Ariza A, Pinilla G. Descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano cundiboyacense [Internet]. 2009 [cited 2018 Feb 5]. p. 75. Available from: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/reader.action?docID=3180035&query=humedales altoandinos>
5. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Los Ecosistemas y el bienestar humano: Humedales y agua, Informe de síntesis [Internet]. 6th ed. World Resources Institute, editor. World Resources Institute. Washington, DC.; 2005 [cited 2018 Jan 26]. 80 p. Available from: [https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.millenniumassessment.org%2Fdocuments%2FMA\\_WetlandsandWater\\_Spanish.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.millenniumassessment.org%2Fdocuments%2FMA_WetlandsandWater_Spanish.pdf)
6. Chen H, Zou J, Cui J, Nie M, Fang C. Wetland drying increases the temperature sensitivity of soil respiration. *Soil Biol Biochem* [Internet]. 2018 May [cited 2018 Feb 8];120:24–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0038071718300348>
7. Heynes S, Gonzáles M del S, Ruacho L, Gonzáles M, López I. Vegetación de humedales del municipio de Durango, Durango, México. *Rev Mex Biodivers* [Internet]. 2017 [cited 2018 Jan 27];88(1870–3453/© 2017 U):358–64. Available from: [https://ac.els-cdn.com/S1870345317300556/1-s2.0-S1870345317300556-main.pdf?\\_tid=72740e6e-0314-11e8-aed6-00000aabb0f01&acdnat=1517024879\\_5aab0abb5eca22f38a3565152d0986b5](https://ac.els-cdn.com/S1870345317300556/1-s2.0-S1870345317300556-main.pdf?_tid=72740e6e-0314-11e8-aed6-00000aabb0f01&acdnat=1517024879_5aab0abb5eca22f38a3565152d0986b5)
8. Nie S, Wang C, Xi X, Luo S, Li S, Tian J. Estimating the height of wetland vegetation using airborne discrete-return LiDAR data. *Optik (Stuttg)* [Internet]. 2018 [cited 2018 Feb 8];154:267–74. Available from: [https://ac.els-cdn.com/S0030402617312147/1-s2.0-S0030402617312147-main.pdf?\\_tid=f1d7c0b4-0d42-11e8-b697-00000aacb35d&acdnat=1518144361\\_68bafdf0e0ae1171b61f4ffde248ab08](https://ac.els-cdn.com/S0030402617312147/1-s2.0-S0030402617312147-main.pdf?_tid=f1d7c0b4-0d42-11e8-b697-00000aacb35d&acdnat=1518144361_68bafdf0e0ae1171b61f4ffde248ab08)

9. Skalos J, Richter P, Keken Z. Changes and trajectories of wetlands in the lowland landscape of the Czech Republic. *Ecol Eng* [Internet]. 2017 [cited 2018 Feb 8];108:435–45. Available from: [https://ac.els-cdn.com/S0925857417303919/1-s2.0-S0925857417303919-main.pdf?\\_tid=9b16ba4e-0d44-11e8-bf00-00000aab0f6c&acdnat=1518145074\\_899a4d50ff556ed9d8c65e48b5bda910](https://ac.els-cdn.com/S0925857417303919/1-s2.0-S0925857417303919-main.pdf?_tid=9b16ba4e-0d44-11e8-bf00-00000aab0f6c&acdnat=1518145074_899a4d50ff556ed9d8c65e48b5bda910)
10. Dangles O, Meneses RI, Anthelme F, Dangles O, Meneses RI, Anthelme F, et al. BIOTHAW : Un proyecto multidisciplinario que propone un marco metodologico para el estudio de los bofedales altoandinos en un contexto de cambio climatico. *Rev del Inst Ecol*. 2014;49(3):6–13.
11. Naoki K, Meneses R, Gómez M, Landivar C. El uso del método de puntos de intercepción para cuantificar los tipos de vegetación y hábitats abióticos en los bofedales altoandinos. *Ecol en Bolív* [Internet]. 2014 [cited 2018 Feb 8];49(3):7. Available from: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282014000300008&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282014000300008&script=sci_arttext&tlng=es)
12. Convención de Ramsar. La importancia de los humedales [Internet]. 2014 [cited 2018 Jan 27]. Available from: <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>
13. Marín M, Bravo J, Sandoval L, Biamonte E, Criado J. Conservación de los humedales y bienestar humano en centroamérica [Internet]. SEO/BirdLife F y U de O de CR, editor. Costa Rica: Netaigraf S.L.L.; 2010 [cited 2018 Feb 10]. 97 p. Available from: [http://www.bvsde.org.ni/Web\\_textos/GOLFONSECA/0135/05 Conservacion de los Humedales.pdf](http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/GOLFONSECA/0135/05%20Conservacion%20de%20los%20Humedales.pdf)
14. Groot R, Stuij M, Finlayson M, Davidson N. Valoración de humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales [Internet]. Gland Suiza; 2007 [cited 2018 Feb 10]. Available from: [http://archive.ramsar.org/pdf/lib/lib\\_rtr03\\_s.pdf](http://archive.ramsar.org/pdf/lib/lib_rtr03_s.pdf)
15. Valencia MP, Figueroa A. Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio : tendencias del análisis. *Rev Ing* [Internet]. 2015;14(26):29–42. Available from: <http://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1167/1728>
16. Urakawa H, Bernhard AE. Wetland management using microbial indicators. *Ecol Eng* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2018 Feb 9];108:456–76. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092585741730438X>
17. Cao Q, Wang H, Chen X, Wang R, Liu J. Composition and distribution of microbial communities in natural river wetlands and corresponding constructed wetlands. *Ecol Eng* [Internet]. 2017 [cited 2018 Feb 9];98:40–8. Available from: [https://ac.els-cdn.com/S0925857416305912/1-s2.0-S0925857416305912-main.pdf?\\_tid=8de2c988-0e13-11e8-b773-00000aab0f27&acdnat=1518233966\\_1832261c30a323c8161d2f15882c694f](https://ac.els-cdn.com/S0925857416305912/1-s2.0-S0925857416305912-main.pdf?_tid=8de2c988-0e13-11e8-b773-00000aab0f27&acdnat=1518233966_1832261c30a323c8161d2f15882c694f)
18. Sun C, Zhen L, Giashuddin M. Comparison of the ecosystem services provided by China's Poyang Lake wetland and Bangladesh's Tanguar Haor wetland. *Ecosyst Serv* [Internet]. 2017 [cited 2018 Feb 8];26:411–21. Available from: [https://ac.els-cdn.com/S2212041617300773/1-s2.0-S2212041617300773-main.pdf?\\_tid=6191fdbc-0d47-11e8-be65-00000aab0f01&acdnat=1518146266\\_37c75620a7b6ee6840f53346b08d1818](https://ac.els-cdn.com/S2212041617300773/1-s2.0-S2212041617300773-main.pdf?_tid=6191fdbc-0d47-11e8-be65-00000aab0f01&acdnat=1518146266_37c75620a7b6ee6840f53346b08d1818)
19. Cabero J. Formación del Profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Univ Sevilla* [Internet]. 2014 [cited 2018 Feb 9];17(171):111–31. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/706/70629509005.pdf>
20. Aponte G, Cardozo M, Melo R. Método Delphi: Aplicaciones y posibilidades en la gestión prospectiva de la investigación y desarrollo. *Análisis de Conyuntura* [Internet]. 2012 [cited 2018 Feb 10];18:41–52. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/364/36424414003.pdf>
21. Zarta Sossa JW, Montes Hincapie JM, Toro Jaramillo ID, Hernandez Zarta R, Villada HS, Hoyos Concha JL. MÉTODO DELPHI EN ESTUDIOS DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA: Una aproximación para calcular el número de expertos y aplicación del coeficiente de

- competencia experta “K.” Biotecnología en el Sect Agropecu y Agroindustrial [Internet]. 2017 [cited 2018 Feb 10];15(1):105–15. Available from: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/569>
22. Ministerio del Ambiente. Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Funa Chimborazo. EcoCiencia. Riobamba; 2014. 297 p.
  23. Granizo T, Molina M, Secaira E, Herrera B, Benítez S, Maldonado O, et al. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA [Internet]. Cuvi M, editor. Quito-Ecuador: TNC y USAID; 2006 [cited 2018 Feb 9]. 206 p. Available from: [https://www.conservationgateway.org/Documents/Manual\\_PCA\\_Spanish\\_1.pdf](https://www.conservationgateway.org/Documents/Manual_PCA_Spanish_1.pdf)
  24. García M, Suárez M. El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. Rev Cuba Salud Pública [Internet]. 2013 [cited 2018 Feb 9];39(2):253–67. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662013000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000200007)
  25. Alberich T, Aranz L, Basagoiti M, Belmonte R, Bru P, Espinar C, et al. Manual de metodologías participativas. In: Obra colectiva [Internet]. Observator. Madrid - España; 2009 [cited 2018 Feb 9]. p. 91. Available from: [http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/manual\\_2010.pdf](http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/manual_2010.pdf)
  26. Geilfus F. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochalate. El Salvador; 1997. 208 p.
  27. Fuente S de la. Análisis de Componentes Principales. Proy e-Math Financ por la Secr Estado Educ y Universidades [Internet]. 2011;32. Available from: [http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes\\_principales.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf)
  28. Peña D. Analisis de Datos Multivariantes [Internet]. 2002 [cited 2018 Feb 12]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/132365997/Pena-Daniel-Analisis-de-Datos-Multivariantes-2002-pdf>
  29. García W, Arenas DF. El gradiente y el método de los multiplicadores de Lagrange [Internet]. Antioquia; 2008 [cited 2018 Feb 12]. Available from: <https://almagestoudea.files.wordpress.com/2008/07/el-gradiente-y-los-multiplicadores-de-lagrange.pdf>
  30. Batanero C, Godino JD. Análisis de datos y su didáctica [Internet]. Grupo de I. Granada: Servicio de Reprografía de la Facultad de Ciencias Universidad de Granada; 2001 [cited 2018 Feb 11]. 168 p. Available from: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/matematica/material/referencias/Apuntes.pdf>
  31. Coghlan A. A Little Book of R For Multivariate Analysis Release 0.1 [Internet]. Institute Cambridge; 2017 [cited 2018 Feb 11]. 51 p. Available from: <https://media.readthedocs.org/pdf/little-book-of-r-for-multivariate-analysis/latest/little-book-of-r-for-multivariate-analysis.pdf>
  32. Fernández A, López A. Validación mediante método Delphi de un sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el desarrollo local de los proyectos de investigación en el sector agropecuario. Rev Ciencias Técnicas Agropecu [Internet]. 2013 [cited 2018 Feb 9];22(3):54–60. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542013000300010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000300010)
  33. Reguant - Álvarez M, Torrado-fonseca M. El método Delphi. Rev d' Innovació i Recer em Educ [Internet]. 2016;9(1):87–102. Available from: [http://revistasonline.inap.es/index.php?journal=DA&page=article&op=view&path\[\]=5195](http://revistasonline.inap.es/index.php?journal=DA&page=article&op=view&path[]=5195)
  34. Rojas C, Moyano M, Arteaga I. Métodos de decisión multicriterio para medir el nivel de satisfacción de los estudiantes de la Universidad del Azuay. In: Memorias del II Congreso Binacional de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Universidades. Azuay; 2009. p. 423–30.
  35. Arancibia S, Contreras E, Mella S, Torres P, Villablanca I. Evaluación Multicriterio:



- aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva. 2005;60.
36. Flores G. Índices e indicadores de sostenibilidad para humedales altoandinos \* en la sostenibilidad de humedales. *Asuntos*. 2015;28:99–112.
  37. Lozano P, Armas A, Machado V. Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. *Enfoque UTE* [Internet]. 2016;7(4):55–70. Available from: <http://www.ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/articulo/view/114>
  38. Navarro S, Ruíz K, Rodríguez M. Estado ecológico de algunos humedales Colombianos en los últimos 15 años: Una evaluación prospectiva. *Colomb For* [Internet]. 2017 [cited 2018 Feb 10];20(2):181–91. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v20n2/v20n2a07.pdf>
  39. Buytaert W, Céleri R, De-Bièvre B, Cisneros F. Hidrología Del Páramo Andino : PROPIEDADES, IMPORTANCIA Y VULNERABILIDAD. 2014;(May):27.
  40. Quichimbo P, Tenorio G, Borja P, Cardenas I, Crespo P, Celleri R. Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Soc Colomb la Cienc del Suelo*. 2012;42(2)(2):138–53.
  41. Andrade J. Determinación Del Estado De Conservación De Los Bofedales De La Reserva De Producción De Fauna Chimborazo [Internet]. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo; 2016. Available from: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/6378/1/98T00109.pdf>
  42. Caranqui J, Lozano P, Reyes J. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE* [Internet]. 2016;7(1):33–45. Available from: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/articulo/view/86%0Ahttp://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/articulo/download/86/91>

# RELACIÓN ENTRE DISPONIBILIDAD Y CONSUMO DE AGUA. CASO ACUÍFERO COSTERO MANGLARALTO, ECUADOR

(RELATIONSHIP BETWEEN AVAILABILITY AND WATER CONSUMPTION. MANGLARALTO COASTAL AQUIFER CASE, ECUADOR)

Paúl César Carrión Mero <sup>(1)</sup>, Niurka Cecilia Alvarado-Macancela <sup>(2)</sup>,  
Brenda Tatiana Gavin-Quinchuela\* <sup>(3)</sup>, Gricelda América Herrera Franco <sup>(4)</sup>,  
Patricio Javier Lozano Rodríguez <sup>(2)</sup>, Luis Alberto Veloz Andrade <sup>(5)</sup>,  
Mancero Orozco Washington Gustavo <sup>(5)</sup>

- (1) Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, FICT, Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra, CIPAT-ESPOL, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador. pcarrión@espol.edu.ec
- (2) Universidad de Huelva, Departamento de Economía, Campus La Merced s/n 21002, Huelva, España. niurkacecilia.alvarado735@alu.uhu.es
- (3) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales, Panamericana Sur km 1 ½, P.O. Box 06-01-4703, Riobamba, Ecuador. brenda.gavin@epoch.edu.ec\*, plozano@epoch.edu.ec
- (4) Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Av. Principal Santa Elena-La Libertad, P.O.Box 240210, La Libertad, Ecuador. grisherrera@upse.edu.ec
- (5) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Centro de Idiomas, Panamericana Sur km 1 ½, P.O. Box 06-01- 4703, Riobamba, Ecuador. wmantero@epoch.edu.ec, l\_veloz@epoch.edu.ec

## RESUMEN

El acuífero costero Manglaralto es la fuente de agua para las comunidades rurales de la parroquia Manglaralto de Santa Elena en Ecuador, recurso imprescindible para su subsistencia y desarrollo local. La Junta Administradora de Agua Potable Regional Manglaralto administra el acuífero costero que distribuye el recurso hídrico a través de 10 pozos de agua. El objetivo de este artículo es examinar la intensidad de asociación entre la disponibilidad y el consumo de agua a través del análisis de correlación de Spearman entre 2010 y 2017, para esto se consideró como variable dependiente a la disponibilidad de agua medida por el volumen del acuífero y como variables independientes al consumo de agua medidos por los usuarios, la población flotante, el número de pozos y el volumen de agua extraída. Se encontró que la disponibilidad de agua y las variables de consumo de agua no son mutuamente independientes. Por lo que, las variables de disponibilidad y consumo de agua se encuentran relacionadas. Sin embargo, no se puede afirmar que exista una relación de causa-efecto significativa, se necesita la comprensión de la relación natural que existe entre las variables.

**Palabras claves:** *Manglaralto, acuífero costero, correlación de Spearman, comunidades rurales, pozos de agua.*

## ABSTRACT

The Manglaralto coastal aquifer is the source of water for rural communities of the Manglaralto parish of Santa Elena in Ecuador, an essential resource for their subsistence and local development. The Manglaralto Regional Potable Water Management Board administers the coastal aquifer that distributes the water resource through 10 water wells. The objective of this paper is to examine the intensity of the association between water availability and consumption through the Spearman correlation analysis between 2010 and 2017, for this it is considered as a dependent variable to the availability of water measured by the volume of aquifer and as independent variables to the water consumption measured by the users, the floating population, the number of wells and the volume of water extracted. It was found that the availability of water and the water consumption variables are not mutually independent. Therefore, the availability and water consumption variables are related. However, it cannot be ratified that there is a significant cause-effect relationship, it is necessary to understand the natural relationship that exists between the variables.

**Keywords:** *Manglaralto, coastal aquifer, Spearman correlation, rural communities, water wells.*

## 1. Introducción

El agua es un recurso finito que se constituye en un elemento vital para el ser humano y esencial para el desarrollo social y económico (Dimas, L. 2006). Del total existente de agua en el planeta el 97,5% es agua salada, mientras que solo el 2,5% restante es agua dulce. Del porcentaje total de agua dulce casi el 79% se encuentra permanente en los hielos polares y glaciares, el 20% se encuentra en acuíferos y sólo el 1% restante es agua dulce superficial, esto representa el 0,025% del agua del planeta (Shiklomanov, I. A. 1998).

La parroquia rural Manglaralto de la provincia de Santa Elena en Ecuador se caracteriza por ser un sector pesquero y turístico, esto se debe a su ubicación geográfica costera, y sus atractivos naturales y culturales de gran potencial turístico. Sin embargo, sufre de problemas estructurales como la deficiencia en la eliminación y tratamiento de desechos sólidos y líquidos y la falta de empresa pública de agua potable. Por lo que, en 1980 fue creada la Junta Administradora de Agua Potable Regional Manglaralto (JAAPMAN) mediante Ley de las Juntas administradoras de Agua potable y Alcantarillado del 29 de marzo de 1979, año en que empieza la explotación del Acuífero Costero Manglaralto (ACM). El ACM es una formación hidrogeológica natural que contiene agua dulce, rodeada de una masa de agua salada. La cuenca Manglaralto tiene 13.238 ha de extensión, el acuífero tiene una superficie de 508 ha y se caracteriza por presentar un nivel freático entre 3m a 11m de profundidad, con un espesor promedio de 20m. (Herrera, G. et al., 2018; Romero, P. et al., 2011).

Hasta el año 2005, la JAAPMAN abastecía a 2.000 habitantes con dos pozos de agua. Entre 2005 y 2011 siete nuevos pozos de agua fueron perforados. Para el 2011 el ACM trabajaba al 100% de su capacidad y proporcionaba agua a todas las horas del día a través de tuberías a los hogares; por lo que el caso de Manglaralto fue destacado como ejemplo por las Naciones Unidas en el Congreso Water Matters en Viena (Macneill, M. 2011). En los últimos años el ACM ha experimentado afectaciones y descensos de su nivel normal de agua, lo que está poniendo en riesgo su sostenibilidad. En noviembre de 2015 se presenta el punto más crítico en el ACM, el nivel piezométrico promedio era de 1m en relación a los 27m de su estado natural, y el volumen de agua extraído aumentó en 123,56% en comparación con el año 2010; lo que generó la paralización de las bombas y quejas de los usuarios por el desabastecimiento momentáneo de agua; esto se normalizó en posteriores días (Valencia, J. 2017).

Se ha identificado que las presiones producidas por el antropoceno son los principales factores que influyen sobre el ACM y están poniendo en peligro el agotamiento de este recurso, considerando el aumento en el número de usuarios en 1.179,30% entre 2005 y 2015, el incremento del 80,86% en la construcción de áreas urbanizadas para viviendas y actividades turísticas entre 2006 y 2013, el aumento de alojamientos para servicios turísticos en un 1.775,00% entre 2006 y 2014 (Herrera, G. et al., 2017). Es importante destacar que en la época seca del Ecuador, cuando no hay lluvias, la recarga del acuífero se dificulta; por lo que la creciente demanda de agua tanto por los usuarios permanentes como por los turistas ha generado el decrecimiento del agua del ACM al 32.30% de su capacidad (Herrera, G. 2016). Actualmente, se distribuye el recurso agua proveniente del ACM a seis comunidades rurales de la parroquia Manglaralto a través de 10 pozos de agua (Herrera, G. et al., 2018).

La JAAPMAN y el Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT-ESPOL) trabajan en conjunto para la sostenibilidad del acuífero costero Manglaralto, por lo que han efectuado talleres y visitas educativas a los pozos de agua y reservorios dirigidos para estudiantes y la comunidad en general para comunicar la problemática del territorio, en lo que agotamiento del recurso se refiere, con el fin de promover un uso eficiente del agua del acuífero costero Manglaralto. Es relevante destacar que el territorio del río-acuífero costero Manglaralto es de interés científico y educacional, la muestra es que en el territorio se han elaborado diversos trabajos de grado, de Máster y Doctorado, y publicaciones diversas presentadas en revistas indexadas, conferencias, seminarios, cursos y talleres que relacionan diversas disciplinas tales como ciencias de la tierra, ciencias ambientales, sociales, y culturales (Herrera, G. 2016).

Desde la perspectiva del valor protector, el acuífero costero Manglaralto cumple la función de equilibrio en los ecosistemas y especies; además es un recurso necesario para el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales debido a

que es la principal fuente de aprovisionamiento de agua. El objetivo de este artículo es examinar la intensidad de asociación entre la disponibilidad y el consumo de agua a través del análisis de correlación de Spearman entre 2010 y 2017, siendo un aporte científico para lograr la sostenibilidad del recurso. Para esto se considera como variable dependiente a la disponibilidad de agua medida por el volumen del acuífero y como variable independiente al consumo de agua medida por los usuarios, la población flotante, el número de pozos y el volumen de agua extraída; con el fin de determinar la relación de las variables de disponibilidad y consumo de agua. El artículo se divide en secciones, la metodología explica el proceso de la investigación, seguido por la sección de resultados donde se prueba la hipótesis del estudio y se determina la intensidad de asociación entre las variables, para finalizar se encuentra el apartado de conclusiones y referencias del artículo de investigación.

## 2. Metodología

El área de estudio es el ACM ubicado en la parroquia rural Manglaralto de la provincia de Santa Elena en Ecuador, como se muestra en la Figura 1.

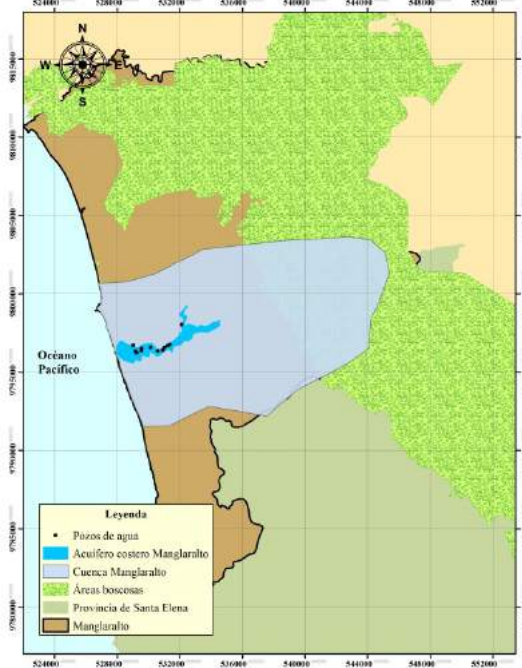


Fig. 1 Localización geográfica del área de estudio

Se identifican 3 fases en este estudio como lo muestra la Figura 2. La fase 1 comprende la recopilación de información mediante fuentes secundarias como artículos de investigación y fuentes primarias como una entrevista al Sr. Jhonny

Limón Rosales, Presidente de la JAAPMAN, efectuada el 15 de enero de 2018 en la parroquia rural Manglaralto; con el fin de actualizar y verificar datos como el nivel piezométrico, usuarios, número de pozos, volumen de agua extraída, entre otros datos técnicos referentes al acuífero costero Manglaralto necesarios para este estudio.

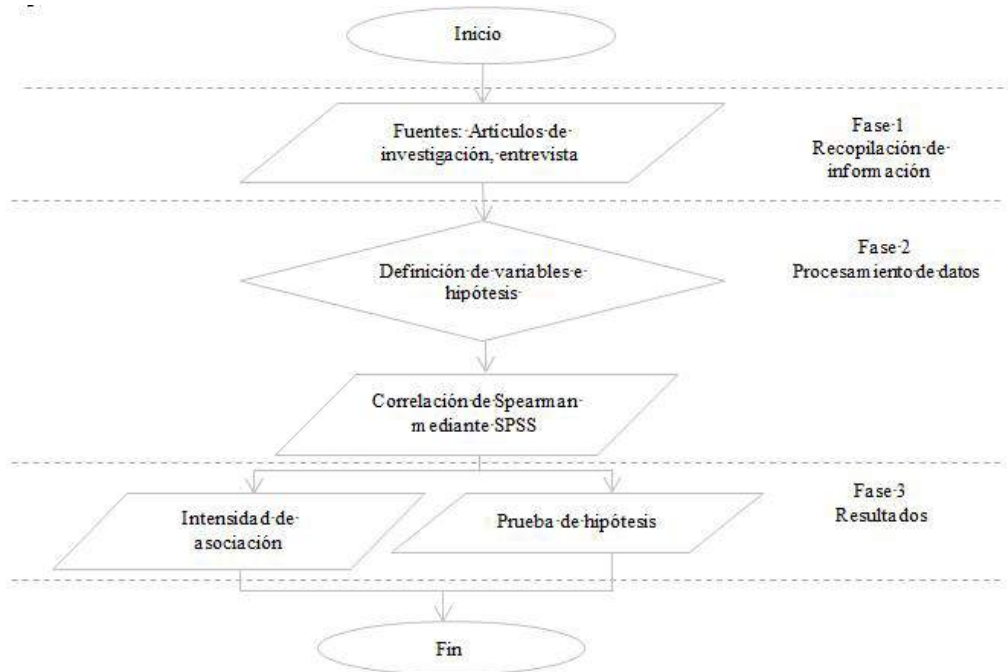


Fig. 2 Diseño de estudio

La fase 2 es la definición de las variables, relevantes para este estudio, además de la definición de la hipótesis. Para el procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 22, versión 22 del año 2013, con el fin de obtener los coeficientes de correlación de Spearman de las variables de estudio. Esta investigación ha aplicado el análisis de correlación de Spearman debido a que es una técnica no paramétrica muy útil en muestras pequeñas, es decir menor a 30 observaciones; es libre de distribución probabilística y útil cuando no se puede afirmar la normalidad de los datos (Mondragón, M. 2014; Restrepo, L. y González, J. 2007). La Tabla 1 muestra los coeficientes de correlación de Spearman según jerarquías, donde se muestra la definición de la relación o valor de asociación entre las variables cuando el valor calculado del coeficiente de correlación de Spearman de las variables se encuentre en algún rango.

Rango	Relación
-0,91 a -1	Correlación negativa perfecta
-0,76 a -0,90	Correlación negativa muy fuerte

-0,51 a -0,75	Correlación negativa considerable
-0,11 a -0,50	Correlación negativa media
-0,01 a -0,10	Correlación negativa débil
0	No existe correlación
+0,01 a +0,10	Correlación positiva débil
+0,11 a +0,50	Correlación positiva media
+0,51 a +0,75	Correlación positiva considerable
+0,76 a +0,90	Correlación positiva muy fuerte
+0,91 a +1	Correlación positiva perfecta

Tabla 1. Coeficiente de correlación por jerarquías de Spearman

Fuente: Mondragón, M. 2014

La fase 3 se refiere a los resultados del estudio, incluye la definición de la intensidad de asociación o correlación de las variables de estudio y una prueba de hipótesis como una prueba bilateral con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ . Se han planteado las siguientes variables e hipótesis:

Variable dependiente: Disponibilidad de agua

Medida por:

- Volumen del acuífero

Variable independiente: Consumo de agua

Medida por:

- Usuarios
- Población flotante
- Número de pozos
- Volumen de agua extraída

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La disponibilidad de agua y el consumo de agua son mutuamente independientes.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La disponibilidad de agua y el consumo de agua no son mutuamente independientes.

La Tabla 2 muestra la descripción de las variables de estudio.

Variable	Descripción	Referencia
Volumen del acuífero	Volumen total de agua en el acuífero, calculado por el área del acuífero por la altura promedio del acuífero menos el nivel piezométrico, multiplicado por la relación de poros del estrato de arena-grava. El nivel piezométrico es la altura que alcanzaría el agua en el interior de un sondeo hasta equilibrarse con la presión atmosférica.	Disponibilidad de agua: Almacén de agua



Usuarios	Familias y negocios de la parroquia rural Manglaralto y las comunidades rurales de Montañita, Cadeate, Libertador Bolívar, Río Chico, San Antonio; quienes consumen agua proveniente del ACM. La JAAPMAN tiene en su registro de usuarios a un representante por familia, dado a que cada hogar posee una llave de donde se le distribuye agua y tienen precios diferenciados: familia, hotel pequeño, hotel grande, etc. Por lo general, las familias están compuestas por 7 habitantes.	Consumo de agua: ¿Quiénes consumen?
Población flotante	Turistas nacionales e internacionales, quienes visitan y usan servicios de hospedaje y alimentación en la parroquia rural Manglaralto y las comunidades rurales de Montañita, Cadeate, Libertador Bolívar, Río Chico, San Antonio.	Consumo de agua: ¿Quiénes consumen?
Número de pozos	Número de pozos desde donde se extrae el agua del ACM para satisfacer a los usuarios y población flotante.	Consumo de agua: ¿De dónde obtienen el agua para consumir?
Volumen de agua extraída	Volumen de agua extraída del ACM en m <sup>3</sup> durante un año, lo que representa el consumo de agua por m <sup>3</sup> de los usuarios y población flotante.	Consumo de agua: ¿Cuánto consumen?

Tabla 2. Descripción de variables de disponibilidad y consumo de agua entre 2010 y 2017

### 3. Resultados y discusión

Se ha utilizado un dato mediano de la variable del nivel piezométrico con el fin de obtener un valor que represente por lo menos el 50% de los datos de cada año de estudio, considerando que el nivel piezométrico varía según el pozo medido y la época del año. El área del acuífero es 5.082.508 m<sup>2</sup>, la altura promedio del acuífero es 23.632 m y la relación de poros del estrato de arena-grava es 22%. Para las variables de consumo se han considerado los valores totales al finalizar cada año de estudio. Los datos como el nivel piezométrico, usuarios, número de pozos, volumen de agua extraída, entre otros datos técnicos referentes al acuífero costero Manglaralto necesarios para este estudio, han sido obtenidos efectuada la entrevista al Presidente de la JAAPMAN el 15 de enero de 2018 (Limón, J. 2018).

El área de estudio incluye la parroquia rural Manglaralto y las comunidades rurales de Montañita, Cadeate, Libertador Bolívar, Río Chico y San Antonio. Es importante destacar que Montañita está ubicada a 200 km de la ciudad de Guayaquil y es un destino potencial destacado para aquellos turistas que visitan Ecuador y arriban por Guayaquil (Carvache, W. et al., 2017). Por lo que, la información de población flotante extranjera, también denominado turistas extranjeros, se ha calculado como el 10% del total de la entrada de extranjeros en Ecuador por Guayaquil, debido a la falta de datos referentes a entradas de extranjeros por parroquia rural. Es relevante mencionar que la entrada de extranjeros por Guayaquil representó el 20.93% de la entrada de extranjeros en Ecuador para el año 2015, la segunda entrada de extranjeros al Ecuador más representativa después de Quito (Ministerio de Turismo, 2017).

En cuanto al turismo interior, también denominada población flotante nacional, se considera a los vehículos que se han transportado por los tramos Monteverde-

Manglaralto de la provincia de Santa Elena, multiplicado por 4 debido a que el estimado de miembros del hogar ecuatoriano. Aunque por vehículos se consideran motos, livianos, pesados de dos ejes y de más de dos ejes según datos del Ministerio de Turismo (2017), se ha considerado a 4 como valor mediano que represente al menos el 50% de los datos. La variable de población flotante es un promedio entre turistas extranjeros y nacionales que han visitado a la parroquia rural Manglaralto y/o a las comunidades rurales de Montañita, Cadeate, Libertador Bolívar, Río Chico y San Antonio; ya que se estima que han utilizado el recurso agua proveniente del acuífero costero Manglaralto. La Tabla 3 muestra los datos de cada una de las variables de estudio entre 2010 y 2017.

Año	Volumen del acuífero	Usuarios	Población flotante	Pozos	Agua extraída
	(m <sup>3</sup> )				(m <sup>3</sup> )
2010	16.360.796,55	16.282	50.857	9	105.092,40
2011	17.478.948,31	17.283	51.849	9	1.297.673,40
2012	20.408.505,92	19.166	53.787	10	121.097,20
2013	17.367.133,14	20.748	54.544	11	137.273,60
2014	16.360.796,55	22.071	57.559	12	153.200,00
2015	8.533.734,23	22.638	55.779	13	271.434,20
2016	9.853.153,31	23.380	55.609	10	304.351,60
2017	17.534.855,90	24.360	55.460	10	315.233,20

Tabla 3. Datos de cada una de las variables de disponibilidad y consumo de agua entre 2010 y 2017

Fuente: Limón, J. 2018; Ministerio de Turismo, 2017

Mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 22, versión 22 del año 2013, se han calculado los coeficientes de correlación bivariada de Spearman. En la Tabla 4 se muestra la correlación entre la variable volumen del acuífero y la variable usuarios con un coeficiente de correlación de Spearman de -0,216. La Tabla 5 muestra la correlación entre el volumen de acuíferos y la población flotante con un coeficiente de correlación de Spearman de -0,491. La Tabla 6 muestra la correlación entre el volumen del acuífero y el número de pozos de agua con un coeficiente de correlación de Spearman de -0,426. La Tabla 7 muestra la correlación entre el volumen del acuífero y el volumen de agua extraída con un coeficiente de correlación de Spearman de 0,012.

		Volumen del acuífero	Usuarios
Rho de Spearman	Volumen del acuífero	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.
		N	8
	Usuarios	Coefficiente de correlación	-,216
		Sig. (bilateral)	,608
		N	8

Tabla 4. Correlación entre volumen del acuífero y usuarios

			Volumen del acuífero	Población flotante
Rho de Spearman	Volumen del acuífero	Coefficiente de correlación	1,000	-,491
		Sig. (bilateral)	.	,217
		N	8	8
	Población flotante	Coefficiente de correlación	-,491	1,000
		Sig. (bilateral)	,217	.
		N	8	8

Tabla 5. Correlación entre volumen del acuífero y población flotante

			Volumen del acuífero	Número de pozos
Rho de Spearman	Volumen del acuífero	Coefficiente de correlación	1,000	-,426
		Sig. (bilateral)	.	,293
		N	8	8
	Número de pozos	Coefficiente de correlación	-,426	1,000
		Sig. (bilateral)	,293	.
		N	8	8

Tabla 6. Correlación entre volumen del acuífero y número de pozos

			Volumen del acuífero	Volumen de agua extraída
Rho de Spearman	Volumen del acuífero	Coefficiente de correlación	1,000	,012
		Sig. (bilateral)	.	,978
		N	8	8
	Volumen de agua extraída	Coefficiente de correlación	,012	1,000
		Sig. (bilateral)	,978	.
		N	8	8

Tabla 7. Correlación entre volumen del acuífero y volumen de agua extraída

La Tabla 8 sintetiza las correlaciones y muestra la interpretación de los coeficientes de correlación de Spearman entre el volumen del acuífero y las variables: usuarios, población flotante, número de pozos y volumen de agua extraída; donde se evidencia que existe una correlación negativa media entre la variable de disponibilidad de agua medida por el volumen del acuífero y las variables de consumo de agua medido por los usuarios, población flotante y número de pozos. Esto supone una relación en sentido inverso; es decir que mientras disminuye el volumen del acuífero, aumentan un valor representativo los usuarios, lo mismo sucede en los casos de población flotante y el número de pozos. Por otro lado, el volumen del acuífero tiene una correlación positiva débil con el volumen de agua extraída, es decir que mientras aumenta el volumen del acuífero aumenta de manera mínima el volumen de agua extraída.

Correlación	Coficiente	Interpretación
Volumen del acuífero y usuarios	-0,216	Correlación negativa media
Volumen del acuífero y población flotante	-0,491	Correlación negativa media
Volumen del acuífero y número de pozos	-0,426	Correlación negativa media
Volumen del acuífero y volumen de agua extraída	0,012	Correlación positiva débil

Tabla 8. Interpretación de los coeficientes de correlación de Spearman entre el volumen del acuífero y las variables: usuarios, población flotante, número de pozos y volumen de agua extraída.

Estableciendo el criterio de decisión se obtiene que la hipótesis nula  $H_0$  se rechaza en la prueba bilateral en el nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  si  $r_s$  (coeficiente de correlación de Spearman calculado) es menor que  $r_s^*$  (coeficiente de correlación de Spearman según valor crítico) para  $\alpha=0.05$  y  $n=8$ . Se considera la tabla de valores críticos del coeficiente de correlación de Spearman para hipótesis de dos colas, extracto de la tabla se muestra en la Figura 3.

$\alpha(2)$ :	0.05
n	
5	1,000
6	0,886
7	0,786
8	0,738
9	0,700
10	0,648

Fig. 3 Valores críticos del coeficiente de correlación de Spearman

Fuente: Camacho-Sandoval, J. 2008

El valor del estadístico de prueba es 0,738 para hipótesis de dos colas, en el nivel de significancia de 5% y una muestra de 8 observaciones, entonces:

$$r_s = -0,216 < 0,738$$

$$r_s = -0,491 < 0,738$$

$$r_s = -0,426 < 0,738$$

$$r_s = 0,012 < 0,738$$

Se rechaza  $H_0$ ; por lo que las variables de disponibilidad y consumo de agua no son mutuamente independientes, es decir que las variables se encuentran relacionadas.

#### 4. Conclusiones

El acuífero costero Manglaralto es una formación hidrogeológica natural cercana a áreas boscosas como la Reserva Ecológica Dos Mangas y la Cordillera Chongón-Colonche, es generador de sentido de pertenencia al territorio, es

ícono de identidad cultural y es un motor de desarrollo para las comunidades rurales. Desde la perspectiva del valor protector, el acuífero costero Manglaralto cumple la función de equilibrio en los ecosistemas, siendo de vital importancia en el desarrollo de las comunidades rurales, dinamizando la economía local y estimulando los servicios turísticos. La presión del antropoceno incide sobre el ACM, por lo que la sobreexplotación del recurso podría provocar el agotamiento del agua y poner en riesgo a los usuarios que dependen de este recurso vital. La gestión sostenible del ACM es de vital importancia, por lo que determinar la relación entre disponibilidad y consumo de agua es un aporte científico para lograr la sostenibilidad del recurso. Actualmente, se están realizando tapes para la recarga del acuífero costero y se está trabajando en un proyecto para lograr la nominación del territorio como Área Protegida del Ecuador.

Producto del análisis estadístico de este estudio se ha determinado que entre 2010 y 2017 la disponibilidad de agua y el consumo de agua se encuentran mediamente relacionadas en el acuífero costero Manglaralto. Como prueba bilateral según análisis de correlaciones no paramétricas bivariadas de Spearman, mediante el paquete estadístico de IBM SPSS Statistics 22, en el nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  se obtuvieron los coeficientes de correlación de Spearman de -0,216, -0,491, -0,426 y 0,012 para las relaciones entre la disponibilidad de agua medida por el volumen del acuífero y las variables de consumo de agua medidas por los usuarios, población flotante, número de pozos, volumen de agua extraída. Se ha determinado una correlación negativa media entre la variable de disponibilidad de agua medida por el volumen del acuífero y las variables de consumo de agua medidas por los usuarios, población flotante y número de pozos; mientras que el volumen del acuífero tiene una correlación positiva débil con el volumen de agua extraída según las relaciones por jerarquías de Spearman. Por lo que, cuando disminuye el volumen del acuífero, aumentan un valor representativo los usuarios, la población flotante y el número de pozos. Por otro lado, mientras aumenta el volumen del acuífero aumenta de manera mínima el volumen de agua extraída.

Según valor crítico del coeficiente de correlación de Spearman, cuyo estadístico de prueba es 0,738 para  $\alpha=0.05$  y  $n=8$ , se rechaza  $H_0$ ; lo que indica que la disponibilidad de agua y el consumo de agua no son mutuamente independientes, es decir que se encuentran relacionadas. Aunque se ha medido el grado de asociación entre las variables, no se puede afirmar su dependencia causal. Existe correlación entre las variables, pero esto no significa que exista entre ellos una relación de causa-efecto significativa. Es importante considerar que no se debe manifestar una relación causa-efecto solo por la existencia de una fuerte correlación, se necesita la comprensión de la relación natural que existe entre

las variables; por lo que se requiere realizar experimentos controlados mediante pruebas estadísticas que verifiquen el tipo de relación.

### Conflicto de intereses

No existen intereses particulares por parte de los autores que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

### Referencias

1. Camacho-Sandoval, J. (2008). Asociación entre variables: correlación no paramétrica. *Acta Médica Costarricense*, 144-146. Volumen 50, número 3. ISSN: 0001-6002.
2. Carvache, W., Torres, M., & Carvache, M. (2017). Análisis del perfil y satisfacción del turista que visita Montañita-Ecuador. *Cuadernos de Turismo*, 113-129. Volumen 1, número 39. ISSN electrónico: 1989-4635 - ISSN impreso: 1139-7861. DOI 10.6018/turismo.39.290461.
3. Dimas, L. (2006). *Agua: recurso estratégico para nuestro crecimiento económico y progreso social : situación y desafíos*. Antiguo Cuscatlán: Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social. pp. 61. ISBN: 99923-859-5-2.
4. Herrera, G. (2016). *Estudio para un Modelo de Gestión de un Acuífero Costero, mediante Metodologías Participativas y Análisis Geoestadístico en el marco del Desarrollo Local. Manglaralto, Ecuador*. Tesis Doctoral. pp. 316. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
5. Herrera, G., Carrión, P., & Alvarado-Macancela, N. (2018). Participatory process for local development: Sustainability of water resources in rural communities. Case Manglaralto-Santa Elena, Ecuador. En W. Leal Filho, *Handbook of Sustainability Science and Research, World Sustainability Series*. 663-676. Springer, Cham. ISBN 978-3-319-63007-6. DOI 10.1007/978-3-319-63007-6\_41.
6. Herrera, G., Gavín-Quinchuela, T., Alvarado-Macancela, N., & Carrión, P. (2017). Participative analysis of socio-ecological dynamics and interactions. A case study of the Manglaralto coastal aquifer, Santa Elena-Ecuador. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture (MJSA)*, 19-22. Volumen 1, número 1. ISSN: 2521-2931 (Print) - ISSN: 2521-294X (online). DOI 10.26480/mjsa.01.2017.19.22.
7. Limón, J. (15 de Enero de 2018). Título de entrevista: Acuífero costero Manglaralto. Duración: 1 hora. (P. Carrión, Entrevistador)
8. Macneill, M. (2011). *IAEA Helps Parched Santa Elena Find Water*. Recuperado el 2018, de International Atomic Energy Agency: <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-helps-parched-santa-elena-find-water>
9. Ministerio de Turismo. (2017). *Boletín de Estadísticas Turísticas 2011-2015*. pp. 170. Quito: República del Ecuador.
10. Mondragón, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, 98-104. Volumen 8, número 1. ISSN: 2011-7191 .
11. Restrepo, L., & González, J. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 183-192. Volumen 20, número 2. ISSN: 0120-0690.
12. Romero, P., Carrión, P., Morante, F., Pincay, W., & Cabrera, J. (2011). Casos de estudio de hidrogeología minera en Ecuador. En E. Berrezueta, & M. Domínguez-Cuesta, *Técnicas aplicadas a la caracterización y aprovechamiento de recursos geológico-mineros. Volumen I: Descripciones metodológicas*. 108-115. Oviedo, España: Instituto Geológico y Minero de España. ISBN: 978-84-96023-87-1.

13. Shiklomanov, I. A. (1998). *World Water Resources. A new appraisal and assessment for the 21st Century. A summary of the monograph World Water Resources.* pp. 37. State Hydrological Institute, International Hydrological Programme. París, Francia: Unesco International Hydrological Programme.
14. Valencia, J. (2017). *Análisis hidrogeológico de la cuenca del río Manglaralto para la caracterización de sus sistemas acuíferos.* Tesis de Grado. pp. 262. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.



# SISTEMA AUTOMATIZADO DE NEBULIZACIÓN Y RIEGO POR GOTEO DE AGUA PARA LA PROPAGACIÓN CLONAL CONTROLADA DE ESPECIES FORESTALES

(AUTOMATED SYSTEM FOR NEBULIZATION AND DRIPPING  
WATER IRRIGATION FOR CONTROLLED CLONAL  
PROPAGATION OF FOREST SPECIES)

Jonathan Xavier Zambrano Mendoza, Edwin Vinicio Altamirano Santillán,  
Diana Elizabeth Olmedo Vizueta, Jorge Luis Hernández Ambato<sup>(\*)</sup>

Facultad de Informática y Electrónica, ESPOCH,  
Riobamba, Ecuador, 060105

\*Correspondencia: Tel.: (+593)999078797, E-mail: [jhernandez@esPOCH.edu.ec](mailto:jhernandez@esPOCH.edu.ec)

## RESUMEN

El presente trabajo detalla la implementación de un sistema automatizado de nebulización y riego por goteo para favorecer la propagación clonal de especies forestales en la estación experimental Santo Domingo del INIAP. Se utilizó una placa de microcontrolador para la programación del algoritmo de control e interconexión de sensores de humedad-temperatura ambiental y humedad relativa de suelo. Por otro lado, como actuadores se utilizaron relés y electroválvulas para el encendido de la bomba hidráulica y el envío de agua presurizada hacia los nebulizadores, respectivamente. El proceso de control permite reducir la temperatura y aumentar la humedad relativa en el invernadero para garantizar el enraizamiento de las especies forestales. Los valores de consigna para la temperatura y humedad pueden ser configurados y monitoreados por medio de una interfaz humano-máquina implementada. Una verificación del sistema fue realizada con pruebas de clonación de caña de bambú. Los resultados obtenidos mostraron una mejora en la efectividad del proceso de clonación del 61%, con un 22.22% de reducción del tiempo requerido para obtener clonaciones exitosas.

**Palabras Clave:** Automatización, Nebulización, Riego, Especies Forestales, Clonación.

## ABSTRACT

The present work details the implementation of an automated system for nebulization and dripping irrigation to favoring the clonal propagation of forest species in the experimental station Santo Domingo from INIAP. A microcontroller board was used for programming the control algorithm and connection of sensors for ambient humidity-temperature and relative humidity of soil. On the other hand, relays and solenoid-valves were used as actuators for the ignition of the hydraulic pump and sending of pressurized water to the nebulizers, respectively. The control process allows for reducing the temperature and augmenting the relative humidity inside the greenhouse to guarantee the rooting of the treated forest species. The setpoint values for temperature and humidity can be configured and monitored

by an implemented human-machine interface. A verification of the system was carried out with bamboo cane cloning tests. The obtained results shown that the effectivity in the number of cloned stakes was 61%, with a 22.22% of reduction of the time required to obtain successful cloning.

**Keywords:** Automation, Nebulization, Irrigation, Forest Species, Cloning.

## 1. Introducción

La clonación de especies forestales en la actualidad ha tenido un impacto significativo entre las técnicas de reproducción vegetativas. Dicha técnica se fundamenta en la propiedad de “totipotencia” de las plantas, la cual es la capacidad vegetal para reproducir un organismo idéntico a partir de la información genética contenida en sus células (1,2). La clonación permite seleccionar a los ejemplares con la mejor información genética, garantizando vigor de crecimiento, calidad de sus fibras y madera, resistencia a plagas, tolerancia a condiciones de estrés ambiental entre otras.

El proceso de clonación inicia con la obtención de ramas juveniles de las especies a clonar y que presenten yemas en estado inicial de desarrollo. Aquellas ramas seleccionadas son también conocidas como estacas. Estas estacas se pueden obtener del rebrote del árbol que se desea propagar previo tronchado o de rameros especialmente creados. El siguiente paso es el acondicionamiento de las muestras recolectadas que consiste en formar una estaca de aproximadamente 10 *cm* con la base cortada en bisel para evitar un estrés hídrico severo. Además, la actividad fotosintética es minimizada con la eliminación de la mayor parte de hojas de la estaca, favoreciendo el enraizamiento de la misma. Posteriormente, las estacas son expuestas a una solución de hormonas de enraizamiento (ácido indol butírico al 1%) y colocadas en un sustrato de suelo específicamente dosificado para retener la mayor cantidad de humedad y entrega de nutrientes a la estaca (3). Por otro lado, para llevar a cabo una clonación exitosa, ciertos parámetros ambientales también deben ser considerados. Entre los más relevantes se encuentran: humedad relativa >80-90% y temperatura ambiente menor a 35 °C, con lo que se evita que las estacas a clonar sufran estrés hídrico y concentren la mayor cantidad de energía en la generación de raíces (3).

Dados los requerimientos ambientales antes mencionados, el uso de invernaderos es bastante frecuente para beneficiar la actividad de reproducción vegetativa. En la actualidad, es muy frecuente encontrar propuestas de invernaderos automatizados por sistemas electrónicos. En la literatura se reportan varios trabajos relacionados a esta temática, los mismos que están dedicados al control de los parámetros atmosféricos y ambientales dentro de un invernadero (4–6).

Sin embargo, dependiendo de los recursos a disposición e intereses, muchas de las soluciones propuestas son muy sofisticadas y de difícil replicación, sin con-

siderar que resultarían en soluciones costosas y que en su mayoría no presentan resultados experimentales. Por otro lado, el interés particular de este estudio es la automatización de las variables ambientales en espacios dedicados a la clonación de especies forestales, la cual es bastante habitual con fines comerciales (venta de madera), reforestación, recuperación de especies en peligro de extinción, introducción de nuevas especies en ecosistemas, entre otros (3,7–9).

El caso de estudio que se presenta en este trabajo es el llevado a cabo en la estación experimental Santo Domingo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador, donde se realiza la clonación de varias especies forestales con finalidad de conservación y recuperación del ecosistema local. La mencionada estación se ubica en el kilómetro 38 de la Vía Quinindé-Santo Domingo de los Colorados. Usando datos de una de las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la misma que se encuentra junto a la estación experimental, se determinó que la humedad relativa de la zona oscila entre 40-60% entre las 10AM-17PM, con una temperatura de 25-35 °C, durante la mayor parte del año al tratarse de una localidad de la región costa del Ecuador (10). Debido a estas condiciones atmosféricas, los procesos de clonación en este lugar son prácticamente imposibles de llevar a cabo bajo circunstancias normales. Por tal motivo, la infraestructura de la estación cuenta con un invernadero donde la humedad relativa es incrementada de forma artificial mediante nebulizadores controlados manualmente por personal técnico. Sin embargo, los métodos de control manual empleados en invernaderos, con el fin de aumentar la humedad relativa y disminuir la temperatura ambiente, no son eficientes. La principal causa es que los resultados obtenidos no son uniformes, y por lo tanto las especies forestales a clonar sufren estrés hídrico, originando una tasa muy baja de enraizamiento.

Por tal motivo, el presente artículo describe el proceso de automatización del sistema de nebulización y riego por goteo de agua para la propagación clonal controlada de especies forestales en la estación experimental INIAP Santo Domingo. El objetivo de dicha intervención es lograr mantener la humedad constante en las camas de clonación dentro de la infraestructura del invernadero, con el fin de incidir positivamente en el índice de enraizamientos obtenidos. La continuación del presente documento está organizado de la siguiente manera: la metodología del desarrollo e implementación del sistema automatizado se detalla en la sección 2, un resumen de los resultados obtenidos y la discusión de los mismos se plasma en la sección 3, mientras que en la sección 4 se dan las conclusiones respectivas al presente trabajo.

## 2. Materiales y Métodos

La implementación del sistema automatizado para el control de humedad relativa al interior del invernadero dedicado al proceso de clonación de especies forestales, fue realizado en las instalaciones de la estación experimental Santo Domingo

del INIAP bajo la tutela y orientación del personal a cargo. Por lo tanto, el método empírico y científico fueron utilizados para la definición de reglas y conocimientos necesarios para el diseño de una solución a ejecutar para lograr el objetivo de controlar las variables ambientales tanto de humedad relativa y temperatura del invernadero. En la Fig. 1 se muestra el diagrama de proceso diseñado y ejecutado durante la implementación del presente trabajo, el mismo que es detallado en las siguientes subsecciones.

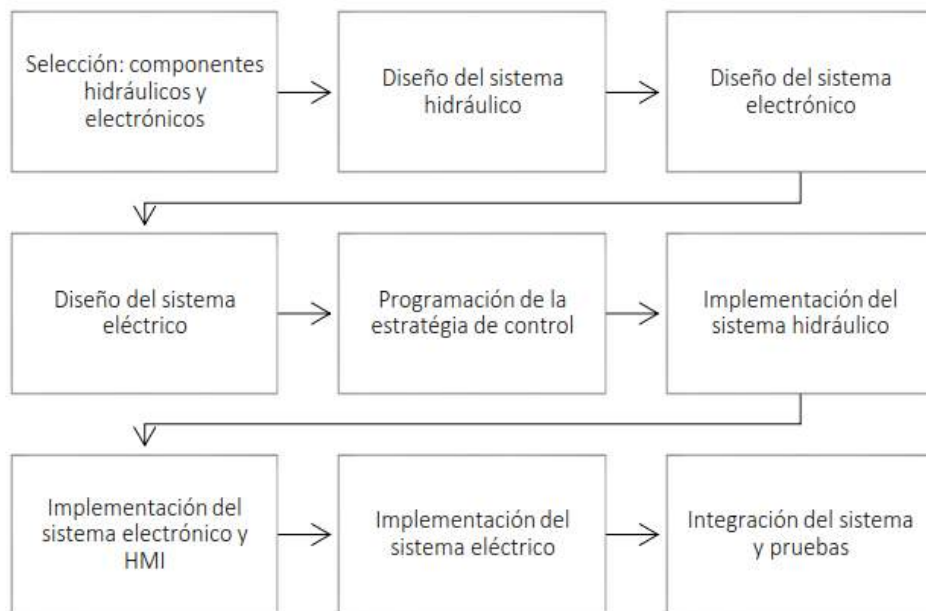
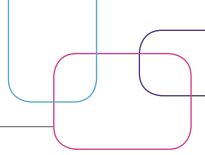


Fig. 1. Diagrama de proceso de diseño e implementación del sistema automatizado de nebulización y riego por goteo de agua para la clonación de especies forestales en la estación experimental Santo Domingo INIAP.

## 2.1 Materiales del Sistema Hidráulico

### 2.1.1 Bomba de Agua

Las instalaciones hidráulicas del invernadero dedicadas al abastecimiento de agua para el proceso de clonación con alimentadas con una bomba de agua monofásica a 120 V/60 Hz y una potencia de  $\frac{1}{2}$  hp. El control del encendido de la bomba se lo realiza a través de un interruptor de presión configurado para sostener una presión entre 55 y 60 psi. La bomba es conectada con todo el sistema de mangueras y tuberías de  $\frac{1}{2}$ ” que se encargan de transportar el agua desde las cisternas de la estación hacia cada una de las camas de clonación dentro del invernadero. Para la adaptación de las boquillas a la tubería de distribución se utilizaron reducciones a  $\frac{1}{8}$ ”. La distancia de recorrido es aproximadamente de 22 m hasta el nudo derivador principal que conecta a su vez con cada cama de clonación. La cama más alejada se encuentra a 8 m del nudo principal.



### 2.1.2 Selección de las Boquillas

Para la selección de las boquillas necesarias para la nebulización y goteo del agua al interior del invernadero se consideraron tres parámetros importantes que se describen a continuación:

*a. Tamaño de las gotas de agua:* según los expertos de la estación experimental para obtener un nivel apropiado de nebulización en el ambiente y que sea óptimo para el enraizamiento de estacas, se deben considerar gotas de agua no mayores a 75 micras.

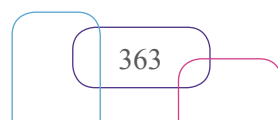
*b. Presión suministrada por la bomba de agua:* se consideran dos tipos de nebulizadores, los de baja presión (fogger-fog system) y los de alta presión (mist-system). En el primer caso, la presión de trabajo oscila entre 50-70 *psi* y para el segundo entre 440-880 *psi*. Dadas las especificaciones de las instalaciones hidroneumáticas antes mencionadas, las boquillas seleccionadas fueron para baja presión.

*c. Diámetro que puede cubrir el nebulizador:* considerando que las camas de clonación al interior del invernadero están diseñadas con un ancho de 1.2 *m*, el nebulizador seleccionado debe cubrir como mínimo un diámetro de 1.5 *m*.

### 2.2 Sistema Electrónico

El diseño del sistema electrónico fue realizado, teniendo como consideración principal, la utilización de componentes y dispositivos electrónicos de bajo costo y amplia disponibilidad en el mercado. Las motivaciones detrás de esta decisión fueron el proponer un sistema altamente replicable en otras estaciones experimentales del INIAP, y que inclusive este sistema pueda ser acogido por comuneros y agrícolas de la zona. Un diagrama de bloques del sistema electrónico se muestra en la Fig. 2. Adicionalmente, los sensores de humedad relativa y temperatura fueron replicados para una recolección de datos ambientales al exterior del invernadero con el objetivo de tener puntos de comparación sobre el funcionamiento del sistema.

En la Fig. 3 se muestra un mejor detalle de las conexiones eléctricas entre cada uno de los componentes antes mencionados. Estas conexiones fueron ilustradas utilizando el software abierto Fritzing (11). Como se puede apreciar, se utilizó una placa microcontroladora Arduino que contiene el microcontrolador ATmega2560. Esta placa recibe las señales de un sensor de humedad y temperatura ambiental DHT-22, y un sensor de humedad de suelo FC-28. Además, se utiliza un módulo Real-Time Clock (DS1302) para mantener una sincronización en tiempo real de las tareas de riego, nebulización y almacenamiento de datos. Como elementos de salida, constan la utilización de dispositivos electroconmutadores (módulo de 8 relés integrados en PCB) que se encargan de abrir y cerrar las electroválvulas responsables de la distribución de agua hacia los nebulizadores, así como también del encendido principal de la bomba de agua.



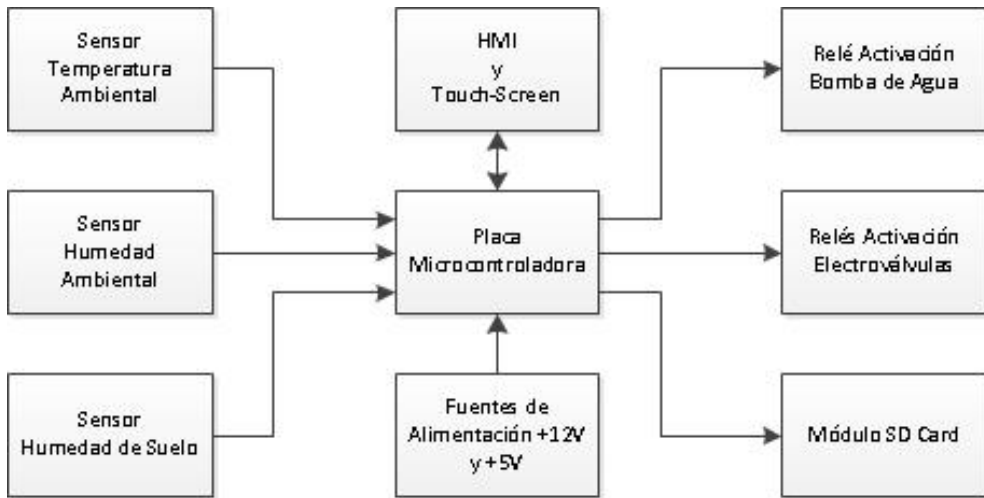


Fig. 2. Diagrama de bloques del sistema automatizado de nebulización y riego por goteo para clonación de especies forestales.

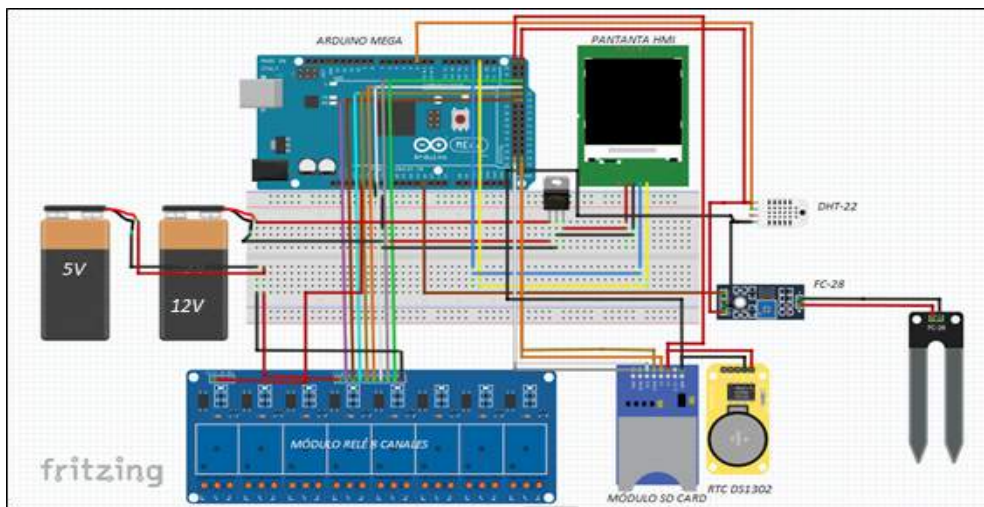


Fig. 3. Diagrama de conexión del circuito electrónico general del sistema elaborado con el software Fritzing.

Por otro lado, se dispuso la interacción con el sistema por parte de los operadores mediante una pantalla gráfica Touch-Screen (LCD 3.2" Nextion NX4024T032) que implementa una interfaz humano-máquina (HMI). Esta pantalla permite la configuración del sistema que involucra el registro de usuarios, establecimientos de horarios de funcionamiento, modo de operación y formato del almacenamiento de datos. Todo el sistema se alimenta con un fuente de voltaje comercial de +12Vdc, a partir del cual se obtiene un voltaje regulado de +5Vdc para la alimentación de los dispositivos digitales utilizando el circuito electrónico de la Fig. 4a. El diseño del circuito impreso se muestra en la Fig. 4b, el cual distribuye los



voltajes respectivos para la alimentación de la tarjeta de relés, tarjeta Arduino, sensores y pantalla HMI. Respecto al almacenamiento de datos, se utilizó un módulo de lector de tarjeta de memoria SD (MOD-MSDC), la misma que puede ser extraída para el tratamiento en computador de la información recolectada sobre temperatura y humedad del invernadero, así como del funcionamiento del sistema.

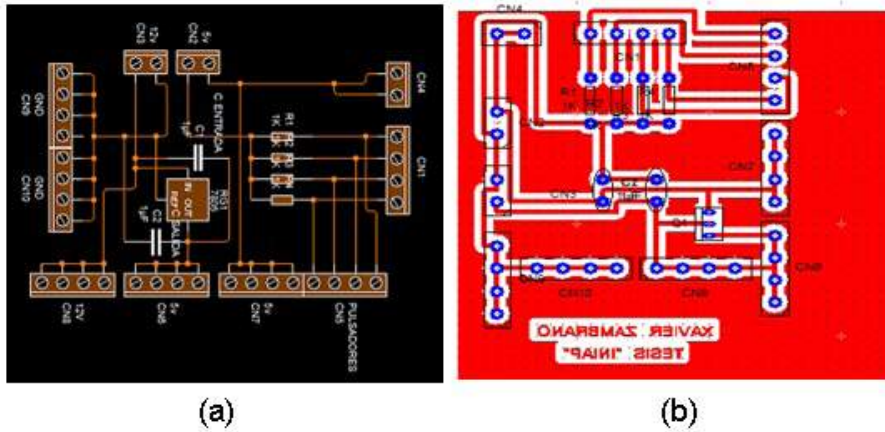


Fig. 4. Diseño PCB de los circuitos de a) las fuentes de alimentación de voltaje DC y b) distribución e interconexión de los diferentes módulos del sistema.

### 2.3 Tablero de Control

Una vez realizado el diseño e implementación de las placas de control del sistema, todo el hardware fue contenido dentro de un tablero de control como se muestra en la Fig. 5.



Fig. 5. Tablero de control conteniente el hardware desarrollado para el sistema automatizado de nebulización y riego por goteo de agua.



Además, el diagrama eléctrico de las conexiones realizadas para el control de la bomba de agua, electroválvulas, lámparas pilotos como indicadores y alimentador de voltaje DC se muestra en la Fig. 6.

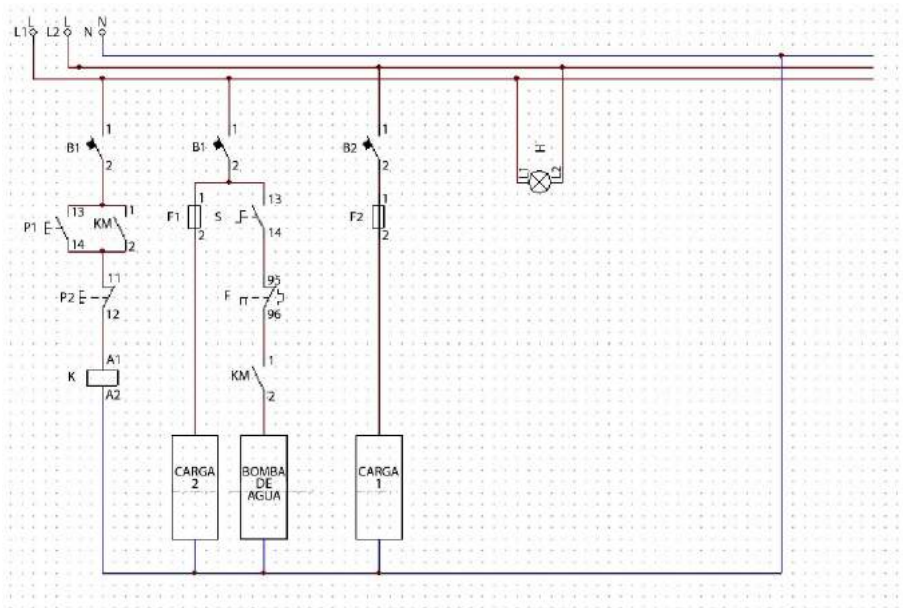


Fig. 6. Diagrama eléctrico de las conexiones realizadas dentro del tablero de control para el manejo de las cargas de potencia.

## 2.4 Estrategia de Control

En la Fig. 7 se presenta el diagrama de flujo de la estrategia de control programada en la placa microcontroladora Arduino Mega (ATmega2560). Debido a que los elementos hidráulico puede ser controlado completamente por el sistema de automatización, y los parámetros de funcionamiento pueden ser configurados libremente desde la HMI, se programaron dos modos de operación. El primero es llamado “Modo Manual” y permite una configuración y activación del sistema basados en el criterio técnico (y a veces empírico) del personal a cargo. Este modo se centra en replicar el funcionamiento del invernadero antes de la intervención de automatización reportada en el presente trabajo. La segunda forma de operación es llamada “Modo Automático” y se basa en realizar un control de las variables ambientales (humedad y temperatura) basado en la lectura periódica de los sensores implementados. Los valores de consigna para la configuración de este modo son ingresados por un usuario capacitado y pueden ser actualizados de acuerdo a los requerimientos ambientales de la especie forestal en clonación. Dos controladores On-Off, uno para control de humedad ambiental y otro para el control de humedad de suelo, fueron programados para que trabajen en segundo

plano, los mismos que se ejecutan dentro del microcontrolador cuando el modo automático es seleccionado por el operador.

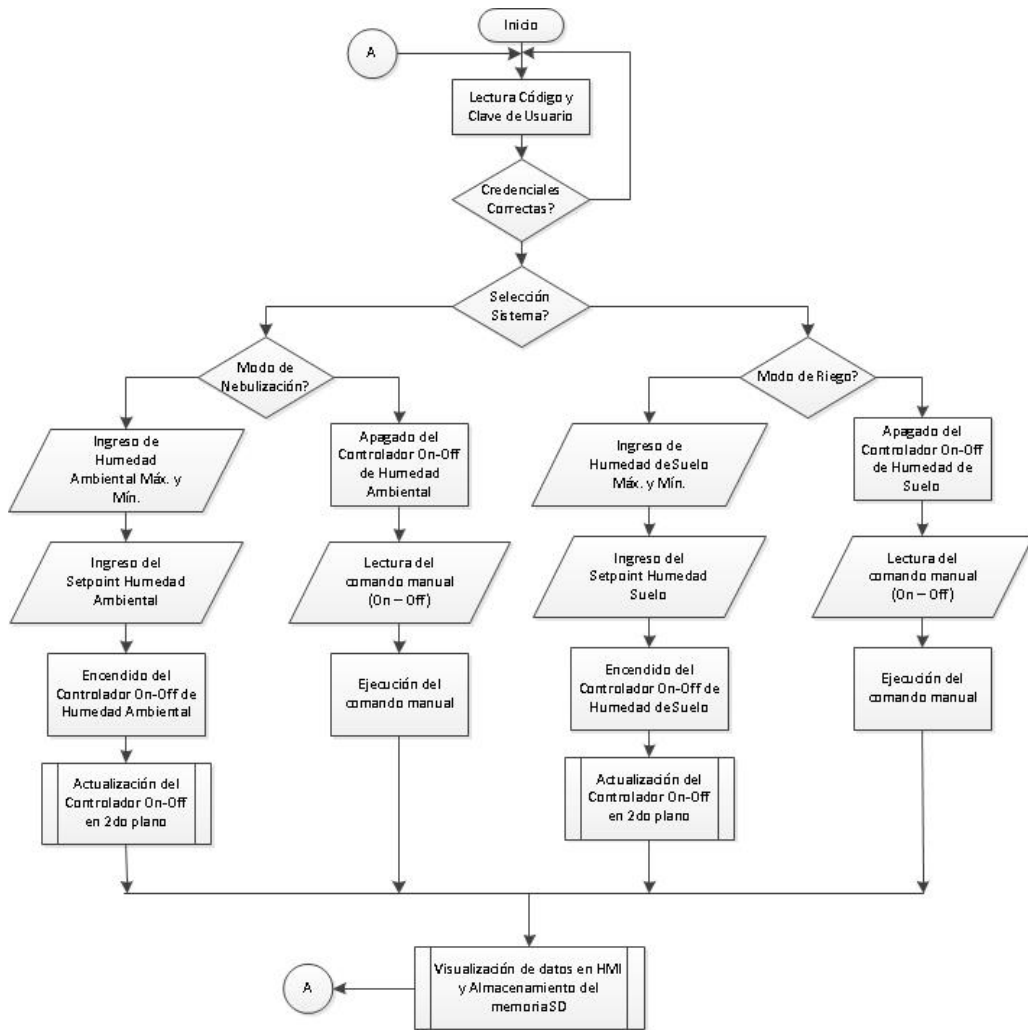


Fig. 7. Diagrama de flujo de la estrategia de control programada en la placa microcontroladora Arduino Mega (ATmega2560).

### 3. Resultados y Discusión

Como se mencionó anteriormente, el sistema permite realizar un monitoreo y almacenamiento de datos de las variables ambientales de temperatura (T) y humedad relativa (HR), tanto del interior como del exterior del invernadero. La recolección de esta información realizada durante una ventana temporal de 24 horas es mostrada en la Fig. 8. Como se puede observar, debido a la automatización del

sistema, la HR al interior del invernadero (línea negra en la Fig. 8a) se mantiene dentro de los valores adecuados para garantizar un eficiente proceso de clonación vegetativa ( $> 80 - 90\%$ ) durante las horas de mayor calor del día. A diferencia de esto, la HR al exterior descende por debajo de los niveles óptimos mencionados anteriormente. Además, a pesar de que la temperatura al interior del invernadero (línea negra en la Fig. 8b) es mayor a la temperatura exterior durante las horas del día, la misma permanece siempre por debajo del valor crítico ( $< 35^{\circ}\text{C}$ ) evitando el llamado estrés hídrico a las estacas en clonación.

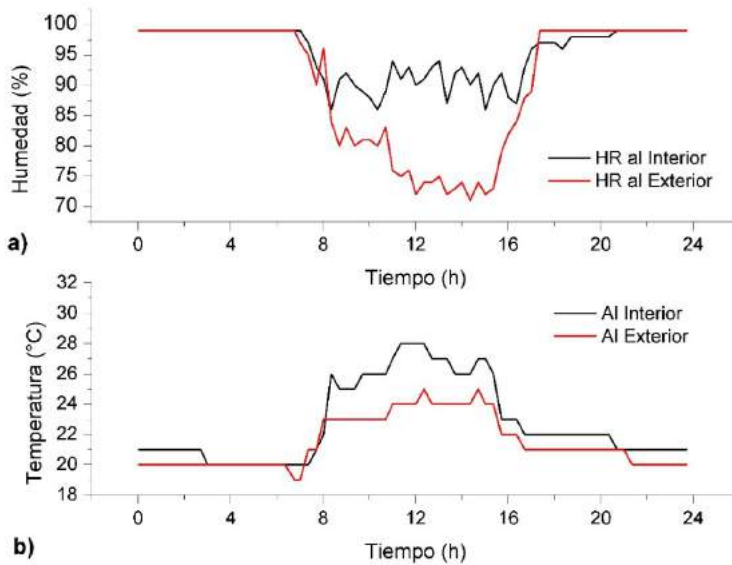


Fig. 8. Datos recolectados por parte del sistema de automatización implementado durante un día de operación automática referentes a: a) humedad relativa (HR) y b) Temperatura (T).

Por otro lado, para evaluar el desempeño del sistema, y con el objetivo de confrontar los resultados obtenidos, se procedió a realizar dos pruebas in-situ del proceso de clonación de caña de bambú. La primera prueba se realizó utilizando el método convencional o manual que era utilizado en la estación experimental Santo Domingo INIAP. La segunda prueba fue realizada utilizando en sistema de control de nebulización y riego por goteo de agua implementado. La Tabla 1 resume los resultados obtenidos durante las dos pruebas.

Prueba	Numero de Estacas a Clonar	Numero de Estacas Clonadas	Porcentaje de Efectividad	Tiempo de Clonación
Método Manual	36	4	11.11 %	27 días
Sistema Automatizado	36	26	72.22 %	21 días

Tabla 1: Resumen de resultados obtenidos de las pruebas de clonación de caña de bambú utilizando el método manual vs sistema automatizado.

Como se puede apreciar, el porcentaje de clonaciones efectivas o exitosas incrementó considerablemente del 11 al 72% con la utilización del sistema automatizado presentado en este trabajo. Estos resultados representan una mejora del 61% en la efectividad del proceso de clonación. Por otro lado, el tiempo requerido para obtener clonaciones exitosas decreció de 27 días (necesarios con el método manual) a 21 días (con el sistema reportado), lo que representa una disminución del 22.22% en el tiempo de clonación. Es importante mencionar que la definición y determinación de los casos exitosos de clonación, así como del tiempo de clonación estuvo a cargo del personal técnico del INIAP.

#### **4. Conclusiones**

Con el objetivo de favorecer el proceso de clonación de especies forestales, se realizó el diseño e implementación de un sistema automatizado de nebulización y riego dentro de una infraestructura de invernadero de la estación experimental Santo Domingo del INIAP. El sistema implementado garantizó la flexibilidad necesaria para que los técnicos puedan establecer rangos de variaciones aceptables de las variables en función de las especies clonadas. Durante el diseño se puntualizó en los aspectos necesarios para que el sistema sea escalable y reproducible en varias localidades agrícolas de la zona. Los aspectos considerados fueron bajo costo, alta eficiencia y fácil manejo del sistema. El sistema permitía dos modos de funcionamiento: Manual y Automático. En el modo automático, los sensores se encargaban de enviar la señal de monitoreo a la placa de control, la misma que activaba la bomba hidráulica y electroválvulas según las configuraciones realizadas por técnicos especializados del INIAP. El experimento llevado a cabo con caña de bambú reveló que el sistema automatizado mejoró significativamente el proceso de clonación en comparación con el proceso manual que se realizaba en la estación. De hecho, el número de especies clonadas con el sistema automatizado fue de 26 respecto a las 4 obtenidas con el modo convencional, lo cual significó una mejora del 61% en la efectividad del proceso de clonación. Aún más, el tiempo requerido para lograr clonaciones exitosas se redujo en un 22.22%, lo que es muy importante para los procesos de reforestación de las zonas de influencia de la estación experimental. Finalmente, cabe recalcar el aporte fundamental del presente trabajo, que a diferencia de otros reportados en literatura (4–6), presenta resultados experimentales y de aplicación que dan soporte a su importancia.

#### **Agradecimiento**

Se desea presentar un profundo agradecimiento al personal de forestación de la estación experimental Santo Domingo del INIAP, y en particular al Ing. Víctor Cevallos, por la apertura de sus instalaciones para la implementación y ejecución de presente trabajo.

## Referencias

1. Portillo L, Santacruz-Ruvalcaba F. 2004. Totipotencia celular: Una revisión y aplicación del concepto. *Scintia CUCBA*. Volumen 6:13–8.
2. Silvertown J. 2008. The Evolutionary Maintenance of Sexual Reproduction: Evidence from the Ecological Distribution of Asexual Reproduction in Clonal Plants. *Int J Plant Sci* . Volumen 169:157–68.
3. Valverde YB, Gamboa OM. 2005. Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Kurú Rev For*. Volumen 2:1–6.
4. Shaker M, Imran A. 2013. Greenhouse Micro Climate Monitoring Based On WSN with Smart Irrigation Technique. *Int J Electr Comput Eng*. Volumen 7:189–94.
5. Kia PJ, Far a T, Omid M, Alimardani R, Naderloo L. 2009. Intelligent Control Based Fuzzy Logic for Automation of Greenhouse Irrigation System and Evaluation in Relation to Conventional Systems. *World Appl Sci J*. Volumen 6:16–23.
6. Benavente RM, García JL, Pastor M, Luna L, Nolasco J. 2000. Sistemas para la automatización de los invernaderos. *Vida Rural*. 66–70.
7. Conger B V. 2018. Cloning agricultural plants via in vitro techniques. CRC press.
8. Caso OH. 1992. Juvenilidad , rejuvenecimiento y propagación vegetativa de las especies leñosas. *Agriscientia* Volumen IX:5–16.
9. Magallanes-Cedeño ME. 1995. Aplicación de la tecnología del cultivo in vitro en la propagación de especies forestales. *Man de Rec Genét Forest*. 178–85.
10. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología I. 2014. Anuario Metereológico. Volumen 51.
11. Knörig A, Wettach R, Cohen J. Fritzing: A Tool for Advancing Electronic Prototyping for Designers. En: *Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*. New York, NY, USA: ACM; 2009. p. 351–8. (TEI '09).

# EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE MONITOREO DE *Trialeurodes vaporariorum* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN *Lycopersicon sculentum* EN TUNSHI, CHIMBORAZO, ECUADOR

(ASSESSMENT OF THREE MONITORING METHODS OF *Trialeurodes  
vaporariorum* IN THE TOMATO CROP (*Lycopersicon sculentum*))

Vidal Silvio Toro Alvarez, Armando Esteban Espinoza Espinoza,  
Carlos Francisco Carpio Coba\*

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales,  
Riobamba, Ecuador

\*Correspondencia: E-mail: ccarpio@epoch.edu.ec (C. Carpio)

## RESUMEN

La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) es una de las principales plagas del tomate riñón (*Lycopersicon sculentum*) producido bajo invernadero. Para poder manejar una plaga dentro de una estrategia de manejo integrado de plaga (MIP) es necesario contar con un método de muestreo que nos ayude a tomar decisiones en los momentos adecuados. Esta investigación evaluó tres métodos de muestreo de *T. vaporariorum*, en Tunshi. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con estructura factorial, con 17 repeticiones. Los factores a evaluar fueron los estadios y los métodos de muestreo. Como métodos de muestreo se evaluaron platos amarillos, plásticos amarillos pegantes y muestreo de hojas frescas. Se monitorearon 17 invernaderos con plantas de tomate riñón en distintas etapas fenológicas, durante 20 semanas. El mejor método de muestreo para individuos adultos es el de plástico amarillo, mientras que el de peores resultados ser el de plato amarillo. Para el muestreo de ninfas y huevos el mejor método de muestreo es el de recolección de hojas. No se encontró una relación directa entre la abundancia de las poblaciones de mosca blanca y la temperatura y humedad relativa existentes al interior del invernadero

**Palabras clave:** *mosca blanca, muestreo, plato amarillo, trampa monocromática*

## ABSTRACT

The whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) is the main pest of the tomato crop (*Lycopersicon sculentum*) produced into the greenhouse. It is necessary to have a monitoring method suitable for helping us to make decisions into an integrated pest management at the optimal times. This research assessed three monitoring methods of *T. vaporariorum* in Tunshi. We applied a completely randomized design with factorial structure with 17 repetitions. It was assessed the stadiums and the monitoring methods as factors. The monitoring methods were yellow dishes, yellow sticky traps and sampling of fresh leaves. It was monitored 17 greenhouses with tomato crops in different phenological stages, during 20 weeks. The best monitoring method for adults was the sticky trap, while the worst was the yellow dish. The best monitoring method for nymphs and eggs was sampling fresh leaves. It was not found a direct relation between the population abundance of

whitefly and temperature and relative humidity that exists into the greenhouse. It was not found a direct relation between the population abundance of whitefly and temperature and relative humidity that exists into the greenhouse.

**Key Words:** *monochromatic trap, sampling, yellow plate, Whitefly*

## 1. Introducción

La producción mundial de tomate para consumo en fresco se eleva a 161,96 millones de toneladas en un área de 4,8 millones de hectáreas (1). A nivel global, el tomate riñón es considerado la hortaliza de mayor importancia, ocupando el primer lugar tanto en superficie como en volumen de producción (2).

En Ecuador, la producción de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill), ocupa el cuarto lugar en importancia por área sembrada dentro del cultivo de hortalizas con 3333 ha, una producción total de 61 426 T y un promedio de 18,4 T/ha (3).

En el país se calcula que existen cerca de 1603 ha de tomates cultivadas, estando la producción concentrada en la región sierra, principalmente en las provincias de Imbabura, Chimborazo, Carchi y en menor proporción en Pichincha (4).

En Chimborazo el cultivo de tomate ha tomado gran significancia por su alta productividad y rentabilidad, siendo una alternativa importante en la economía de las familias campesinas (5).

Entre los fitófagos que se presentan en el cultivo de tomate riñón se encuentra la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homóptera: Aleyrodidae), que tiene su origen genético en América Central y que está causando daños económicos de consideración (6), es una de las plagas más importantes a nivel mundial (7). La importancia económica de este insecto se debe a su amplia distribución geográfica en el trópico, subtrópico y zonas templadas del mundo, el gran número de especies cultivadas que afecta y su amplio rango de hospederos cultivados y silvestres (6). Los adultos y ninfas de este insecto succionan la savia del floema, provocando como daño directo la reducción de los rendimientos; mientras que la producción de secreciones azucaradas por adultos y ninfas afecta indirectamente la producción porque favorece el desarrollo de hongos (fumagina) que interfiere con la fotosíntesis. (8).

La mosca blanca se ha convertido en la plaga con mayor importancia en invernaderos y cultivos alrededor de éstos, su resistencia adquirida a muchos de los insecticidas por el uso y abuso, así como el manejo inadecuado de estos, el desconocimiento de su dinámica de infestación, ha permitido que esta plaga se convierta en una amenaza para el cultivo de tomate riñón bajo invernadero (9).



El uso indiscriminado de insecticidas contra esta plaga ha ocasionado serios problemas: incremento en los costos de producción, eliminación de enemigos naturales, resistencia a los insecticidas, riesgos para la salud de productores y consumidores y contaminación ambiental. (10).

En el Ecuador la mosca blanca está presente en la sierra hace muchas décadas, pero hasta hace algunos años se mantuvo como una plaga secundaria en los cultivos. Recientemente la mosca blanca del invernadero ha evolucionado hasta constituirse en una plaga primaria en varios cultivos de la sierra ecuatoriana, amenazando en especial cultivos hortícolas en invernadero. Las causas de este aumento rápido de la población de *Trialeurodes vaporariorum* en los cultivos de la sierra son múltiples y no están claramente establecidas (6).

Para tomar decisiones acertadas de control, es necesario conocer la densidad de población del insecto; por eso el muestreo de poblaciones es básico para el control de este insecto plaga con el fin de minimizar el uso de agroquímicos (10). Y es allí donde radica la importancia de este estudio, en donde se presenta un método de muestreo que permita al agricultor conocer el nivel de infestación que hay en su invernadero para poder tomar una decisión relacionada con el manejo de la mosca blanca.

## 2. Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en las comunidades de Tunshi San Miguel, Tunshi San Isidro y Tunshi San Nicolás (01°45'S, 78°37'W, 2756 msnm); en donde la temperatura promedio es de 14,52 °C y la humedad relativa promedio es de 75,03%.

Como métodos de muestreo de mosca blanca se evaluaron: *a. Muestreo con platos amarillos*, se utilizaron platos amarillos de 650 cc (PLASTILIT S.A., Guayaquil, Ecuador) que se colocaron sobre estacas de madera a 50 cm de altura, en el interior se vertió agua mezclada con detergente; *b. Muestreo con plásticos monocromáticos (amarillos)*, se utilizaron pedazos de plástico amarillo (Plásticos Industriales C.A., Guayas, Ecuador), de 50 x 35 cm, ubicados sobre los hilos de tutoraje del cultivo a una altura de 1,80 m, a los plásticos se los impregnó con aceite de cocina (La Fabril S.A., Ecuador) para poder atrapar las moscas blancas; *c. Muestreo manual*, para lo que se tomó al azar dos hojas de plantas diferentes.

Se realizaron conteos de individuos de *Trialeurodes vaporariorum* por los tres métodos de muestreo planteado cada quince días. El material recolectado por los tres métodos de muestreo fue llevado al laboratorio del Grupo de desarrollo de tecnologías para la reducción y racionalización de agroquímicos (GDETERRA), en donde con la ayuda de una lupa (Konus, Model 3021, Munich, Alemania) y un estereoscopio (AMSCOPE, SM-3TZ-54S-5M, EEUU) se contabilizaron los adultos, ninfas y huevos de mosca blanca.

En cada uno de los invernaderos se ubicaron sensores de temperatura y humedad relativa (ONSET, HOBO, MA, EEUU), que registraron datos cada 30 minutos.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con estructura factorial con 2 factores (estadio del insecto y método de muestreo), con 17 repeticiones (Invernaderos), 51 unidades experimentales. El factor de bloqueo fue el invernadero. Los conteos de los distintos instares no siguieron una distribución normal, se trató de normalizar los datos utilizando:  $\log(x+0,5)$ , raíz  $(x+0,5)$ ,  $\ln(x+0,5)$  pero los datos no se normalizaron, razón por la cual en este ensayo se utilizó estadísticas no paramétricas. Se aplicó la prueba de Friedman para la evaluación de los métodos de muestreo. Cuando el efecto significativo fue encontrado en un ensayo ( $p < 0,05$ ), la prueba no paramétrica de Conover de múltiples comparaciones fue utilizada (11). Para analizar la relación entre la temperatura y la abundancia se aplicó un análisis de regresión. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico InfoStat. (12).

### 3. Resultados y Discusión

#### *Registro en adultos*

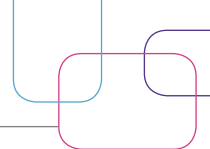
En la etapa de desarrollo del cultivo de tomate no se encontraron diferencias significativas ( $p \geq 0,11$ ) en el conteo de individuos adultos registrados en los tres métodos de muestreo evaluados.

Tratamiento	Suma	Mediana	n			
PLATO	15,50	0,00	12	C		
HOJAS	22,50	0,63	12		B	
PLÁST. AMARILLO	34,00	8,63	12			A

Tabla 1. Medias de las abundancias de adultos de *T. vaporariorum* en la etapa de floración registradas por tres diferentes método de colecta en invernaderos para *L. sculentum* en el sector de Tunshi, Chimborazo

Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la etapa de floración (Tabla 1) y engrose (Tabla 2) del cultivo de tomate se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) en el conteo de individuos adultos registrados por los tres métodos de muestreo evaluados. En las dos etapas fenológicas del cultivo de tomate la trampa monocromática amarilla registró la mayor cantidad de individuos, mientras que en el plato amarillo se registró la menor cantidad de individuos.



Tratamiento	Suma	Mediana	n			
PLATO	17,00	0,00	16	C		
HOJAS	31,00	3,63	16		B	
PLÁST. AMARILLO	48,00	29,75	16			A

Tabla 2. Mediana de las abundancias de adultos de *T. vaporariorum* en la etapa de engrose registradas por tres diferentes método de colecta en invernaderos para *L. sculentum* en el sector de Tunshi, Chimborazo

Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Varios autores mencionan que la atracción cromo trópica que diversos colores ejercen sobre determinadas especies de insectos. Este tipo de trampas ya se han considerado como instrumento para el monitoreo de ciertas plagas, por ejemplo, las amarillas para áfidos (pulgones) y aleuródidos (moscas blancas) (13-16). Aunque también es conocido el efecto de la atracción de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera; Aleyrodidae) y *Bemisia spp* hacia el color amarillo desde hace más de 5 décadas (17-20), no fue hasta los años noventa que se desarrollaron trampas adhesivas comerciales para la protección de plantas en invernaderos, las cuales resultan más económicas en relación a las aplicaciones de insecticidas de síntesis química y seguras para el medio ambiente (9).

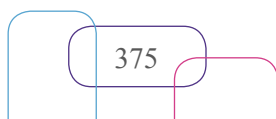
### Registro en ninfas

Para el análisis de métodos de muestreo de ninfas en las distintas etapas fenológicas del cultivo se presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), destacando que el método de recolección de hojas resulta ser el mejor método para ninfas sobre los métodos de plástico monocromático y plato amarillo (Tabla 3); en estos dos últimos métodos no se dio ninguna captura de individuos debido a que las ninfas permanecen pegadas a el envés de las hojas de tomate y al ser ápteros durante este estadio tendrían poca movilidad y no podrían volar hacia los plásticos ni tampoco a los platos. Adicionalmente se pudo constatar que las ninfas se encuentran en mayor número en el tercio medio de la planta y, conforme ésta crece, se presenta una diferenciación de edades de ninfas dentro de los tercios de ella (21).

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	n		
PLATO	28,5	0	17	B	
PLÁST. AMARILLO	28,5	0	17	B	
HOJAS	45	1	17		A

Tabla 3. Mediana de las abundancias de *T. vaporariorum* para el estadio de Ninfa registradas por tres diferentes método de colecta en la etapa de floración en invernaderos para *L. sculentum* en el sector de Tunshi, Chimborazo

Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



### Registro en huevos

En el análisis de métodos de muestreo de huevos de mosca blanca existen diferencias significativas, ( $p < 0,05$ ) (Tabla 4) dejándonos como resultado que el mejor método para muestrear huevos de mosca blanca es el método de recolección de hojas, esto ocurre debido a que las hembras de *T. vaporariorum* prefirieron ovipositar sobre las hojas antes que en los plásticos o los platos.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media	n		
PLATO	32,5	0	17	B	
PLÁST. AMARILLO	32,5	0	17	B	
HOJAS	37	21,63	17		A

Tabla 4. Media de las abundancias de *T. vaporariorum* para el estadio de huevo registradas por tres diferentes método de colecta en la etapa de floración en invernaderos para *L. sculentum* en el sector de Tunshi, Chimborazo

Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Relación de las abundancias de *T. vaporariorum* y la temperatura

Al aplicar un análisis de regresión la temperatura existente al interior de los invernaderos no ayuda a explicar la variación de la abundancia de las poblaciones de adultos de *T. vaporariorum* en el tiempo en ninguno de los invernaderos estudiados, Ej: en el invernadero 7 el  $R^2 = 0,51$  y en el invernadero 9 el  $R^2 = 0,38$  (Fig. 1).

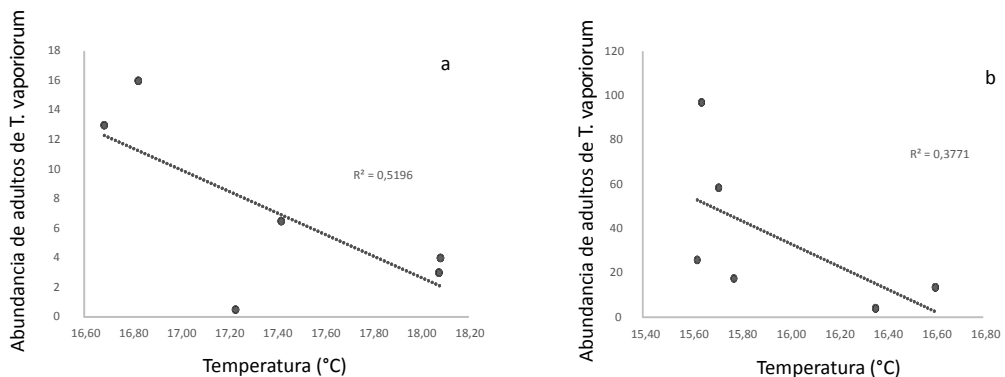


Fig. 1. Relación entre la temperatura por los sensores de temperatura y la abundancia de adultos *T. vaporariorum* en dos invernaderos (a) invernadero 7 y (b) invernadero 9, registrados en momentos diferentes.

## 4. Conclusiones

El mejor método de muestreo de adultos de *T. vaporariorum* fue el plásticos monocromáticos (amarillos), mientras que el mejor método para muestrear ninfas y huevos fue el muestreo de hojas. Los platos amarillos resultaron ser el menos eficiente de los métodos de muestreo para cualquiera de los estadios de *T. vaporariorum*. La temperatura no ayuda

## Referencias

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Statistical Yearbook. Rome: World Food and Agriculture, FAO; 2012
2. Situación del tomate para consumo fresco. Oficina de estudios y Políticas agrarias. Santiago de Chile: Flaño A; 2013 [actualizada en agosto de 2013; acceso en 14 julio 2017]. Disponible en: <http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/11729.pdf>
3. Resumen estadístico. INEC. Quito: INEC; 2012. [actualizada en febrero de 2013; acceso en 10 enero 2017]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-resumen-estadistico-2012/>.
4. SINAGAP. III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal. [Internet]. 2012. [Citado el 10 febrero 2018]. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuario>.
5. Ausay, C. Respuesta de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill) cv Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo. [Tesis de grado]. Riobamba: ESPOCH; 2008.
6. Cardona, C., Rodriguez, I., Bueno, J. M., & Tapia, X. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y frijol. Cali: CIAT; 2005.
7. Anderson P.K, Cunningham A. A, Patel N. G, Morales F. J, Epstein P. R, Daszak P. 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 19 (10): 535 – 544.
8. Colvin J, Omongo C.A, Govindappa M. R, Stevenson P. C, Maruthi M. N, Gibson G, Seal S. E, Muniyappa V. 2006. Host-plant viral infection effects on arthropod-vector population growth, development and behavior: management and epidemiological implications. *Advances in Virus Research* 67: 419–452.
9. Premalatha K., Rajangam, J. 2011. Efficacy of yellow sticky traps against greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Aleyrodidae: Hemiptera) in gerbera. *Journal of Biopesticides* 4(2): 208-210.
10. Bennett G. W, Owens J. M, Corrigan R. M. Truman's scientific guide to pest control operations. 6th ed. Cleveland: Advanstar Communications, Inc.; 2003
11. Conover, W.J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2006.
12. Di Rienzo J. A, Casanoves F, Balzarini M. G, Gonzalez L, Tablada M, Robledo C.W. [Programa informático]. Versión 2017. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>; 2011
13. Shen B. B, Ren S. X. 2003. Yellow card traps and its effects on population of *Bemisia tabaci*. *Journal of South China Agricultural University (Natural Sciences Edition)* 24 (4): 40-45
14. Zho F.C., Du Y.Z, Sun W, Yao, Y. L, Qin T. Y, S. X. 2003. Impact of yellow trap on sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in vegetable fields. *Entomological Journal of*

Eastern China 12(1): 96-100

15. Qiu B. L. Ren S. X. 2006. Using yellow sticky traps to inspect population dynamics of *Bemisia tabaci* and its parasitoids. Chinese Bulletin of Entomology, 43 (1): 53-56.
16. Gu X. S, Bu W. J, Xu W. H, Bai Y. C, Liu B. M. Liu T. X. 2008. Population suppression of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) using yellow sticky traps and *Eretmocerus* nr. *Rajasthanicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on tomato plants in greenhouse. Insect Science 15(3): 263-270.
17. Lloyd L. 1921. Notes on a colour tropism of *Asterichiton* (Aleurodes) *T. vaporariorum*, Westwood. Bulletin Entomological Research 12: 355 -359.
18. Mound L. A. 1962. Studies on the olfaction and colour sensitivity of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera, Aleyrodidae). Entomologia experimentalis et applicata 5 (2):99-104.
19. Gillespie D. R. Quiring D. 1987. Yellow sticky traps for detecting and monitoring greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) adults on greenhouse tomato crop. Journal of Economic Entomology 80(3): 675-679.
20. Antignus Y, Nestel D, Cohen S. Lapidot M. 2001. Ultraviolet-deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight behavior. Environmental Entomology 30(2): 394-399.
21. Espinel Correal C, Villamizar Rivero L, Torres Torres L, Grijalba Bernal E, Denis Lozano M, Cotes Prado A. M, et al. 2006. Desarrollo de un bioplaguicida para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. Boletín Técnico - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 75-80

# CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL BOSQUE DE POLYLEPIS, DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO

(CHARACTERIZATION OF THE ECOSYSTEM SERVICES OF THE  
POLYLEPIS FOREST, OF THE RESERVA DE PRODUCCIÓN  
DE FAUNA CHIMBORAZO)

L, Quevedo <sup>(1)</sup>, C, Ricaurte <sup>(1)\*</sup>, D, Castillo <sup>(1)</sup>, M, Parra <sup>(1)</sup>

(1) Escuela de Ingeniería en Ecoturismo, Facultad de Recursos Naturales,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Panamericana Sur km 1,5 Riobamba - Ecuador

\*Correspondencia. Tel.: 0981327030, E-mail: cricaurte@esPOCH.edu.ec (C, Ricaurte)

## RESUMEN

Los bosques altoandinos cumplen un rol clave en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, las relaciones dinámicas que surgen entre los elementos bióticos y abióticos dan paso a la generación de diferentes tipos de hábitats, los cuales desencadenan una serie de beneficios potenciales asociados a las funciones ambientales y al bienestar humano. Este estudio se llevó a cabo en el relicto de Bosque Polylepis de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en un área correspondiente a 0.354 ha y su zona de influencia; el objetivo del estudio fue caracterizar los servicios ecosistémicos que el bosque ofrece, identificándolos de acuerdo a las categorías que propone la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, teniendo como resultado 4 tipos de servicios dentro del Bosque: servicios de soporte, servicios de regulación, servicios de provisión y servicios culturales, con un total de 19 servicios ambientales; además, se determinaron los beneficios y beneficiarios de los servicios ecosistémicos.

**Palabras claves:** *ecosistema, servicios ecosistémicos, bienestar humano, servicios de soporte, servicios de regulación, servicios culturales.*

## ABSTRACT

High Andean forests play a key role in the provision of ecosystem goods and services, the dynamic relationships that arise between biotic and abiotic elements give way to the generation of different types of habitats, which unleash a series of potential benefits associated with the functions environmental and human welfare. This study was carried out in the Polylepis Forest relict of the Chimborazo Fauna Production Reserve, in an area corresponding to 0.354 ha and its area of influence; the objective of the study was to characterize the ecosystem services that the forest offers, identifying them according to the categories proposed by the Millennium Ecosystem Assessment, resulting in 4 types of services within the Forest: support services, regulatory services, provision services and cultural services, with a total of 19 environmental services; In addition, the benefits and beneficiaries of ecosystem services were determined.

**Key words:** *ecosystem, ecosystem services, human welfare, support services, regulation services, cultural services.*



## 1. Introducción

Los seres humanos dependen de los ecosistemas y de su capacidad para proporcionar servicios que contribuyan a su bienestar (1) de esta manera, el medio ambiente proporciona alimentos, forraje, madera, materia prima y otros recursos naturales, pero también servicios no materiales como el secuestro de carbono, la purificación del agua y los valores estéticos que abarca el término servicios ecosistémicos (2). Las primeras referencias a la idea de los servicios ecosistémicos se remontan a mediados de los años 60s y principios de los 70s (3) en tanto Costanza *et al.*, 1997 definen a los servicios ecosistémicos como “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas” (4) estos servicios se derivan de las estructuras y procesos generados por la naturaleza y los ecosistemas, y pueden entenderse como los beneficios que las personas obtienen al utilizarlos; en particular los beneficios son contextuales en función de las necesidades, elecciones y valores de las personas, por lo tanto, estos beneficios subjetivos también están relacionados con el lugar y tienden a variar en el espacio geográfico (5).

El estado de un servicio ecosistémico está influenciado no solo por su provisión, sino también por las necesidades humanas y el nivel deseado de provisión para este servicio por parte de la sociedad, que conecta oferta y demanda de servicios ecosistémicos inseparablemente (30) debido a esto, el desarrollo de la sociedad afecta cada vez más la capacidad de los ecosistemas para satisfacer las demandas sociales de bienes y servicios (1) entendiéndose como demanda de servicios de los ecosistemas a la suma de todos los bienes y servicios que se consumen o usan actualmente en un área particular durante un período de tiempo determinado (31) con ello, la provisión de servicios depende de las condiciones biofísicas y los cambios en el espacio y el tiempo debido a la cobertura terrestre inducida por los humanos, el uso de la tierra y los cambios climáticos; considerando que los patrones espaciales de la cobertura de la tierra y el cambio de la cobertura del suelo pueden vincularse a regiones grandes y proporcionar medidas directas de la actividad humana (32).

De acuerdo con la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (1) los servicios ecosistémicos son: los servicios de aprovisionamiento tales como: madera, alimentos, productos forestales no maderables; los servicios de regulación que afectan el clima, las inundaciones, los desechos y la calidad del agua; los servicios culturales que proporcionan beneficios recreativos, estéticos y espirituales, y finalmente los servicios de apoyo tales como la formación y retención de suelos, la producción primaria y la provisión de hábitat (1) es así que la identificación de lugares de alta prestación de servicios ha sido útil para comprender los determinantes espaciales de la entrega fortuita del ecosistema y su valor asociado a la sociedad (33) en donde el mapeo participativo se ha convertido en una forma cada vez más popular de identificar lugares valorados por la sociedad para informar mejor a los planificadores y a los formuladores de políticas (34).

La biodiversidad desempeña un rol importante en el funcionamiento de los ecosistemas y en los servicios que proporcionan (1) convirtiéndose en el recurso del que dependen naciones, comunidades y familias (2). Sin embargo, y a pesar de su importancia la sociedad ha hecho uso desmesurado de los recursos ambientales (3), afectando a escala global a la biodiversidad, lo que ha desencadenado una considerable reducción de los servicios ecosistémicos que provee la naturaleza (4). Ante este problema los gobiernos han determinado diversas estrategias para la conservación de la biodiversidad (5). Con este enfoque, se plantea el cuidado de uno de los ecosistemas más importantes del mundo, como son los páramos, los cuales tienen relevancia ecológica, económica y social, contribuyendo en la provisión de servicios ecosistémicos (6) los mismos, albergan un sin número de especies tanto de flora y fauna.

Dentro de estos entornos prevalecen los bosques altoandinos, los cuales representan uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial; cumplen un rol central en la ecología, como hábitat de diversas especies y como importante fuente de recursos para los habitantes locales (7) la complejidad y la rica diversidad de vida que se encuentra en los bosques generan variedad de servicios vitales para los seres humanos (8) por lo que, el mantenimiento en buen estado y conservación de las áreas protegidas de los páramos altoandinos y de su biodiversidad, representa una estrategia adecuada para mantener las funciones y servicios que sus complejos ecosistémicos brindan; y los beneficios que reportan a las comunidades locales (9).

Ecuador, posee una variedad de ecosistemas, especies y genes, lo que ha permitido desarrollar una amplia diversidad biológica, convirtiéndolo en uno de los países megadiversos del mundo (10) en año de 1976, Ecuador impulsa la creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (11) con el fin de mantener la eficacia en la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y valores asociados *in situ* (12) en este contexto, entre las áreas protegidas del Ecuador se encuentra la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con una superficie es de 58.560 hectáreas, misma que se encuentra localizada entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar (13) dentro de los ecosistemas que conforman la reserva, predomina una gran diversidad de plantas herbáceas autóctonas del páramo como es el caso de la paja (*Stipa ichu*), ñáchag (*Bidens andicola*), chuquiragua o flor del andinista (*Chuquiraga jussieui*), las orejas de conejo (*Stachys lanata*), el romerillo (*Hipericum laricifolium*), el sunfo (*Clinopodium nubigenum* Kuntze) y el ashpachocho (*Lupinus pubescens*); también, existen árboles como el kishwuar (*Buddleja incana*) y árboles de papel (*Polylepis*) (14). En efecto, el objetivo del presente estudio fue caracterizar los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis, de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Los objetivos específicos del estudio fueron: identificar los servicios ecosistémicos, determinar beneficios y beneficiarios de los mismos.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el relicto de Bosque Polylepis con 0,354ha (Fig.1) ubicado en el noroeste de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, con una superficie de 58.560 hectáreas, fue establecida el 26 de Octubre de 1986, con el objetivo de proteger y conservar los ecosistemas y las especies del sitio (13). Está localizada entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, con un rango altitudinal de 3.200 a 6.268 msnm

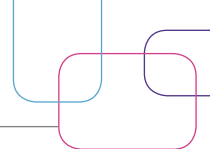


Fig. 1. Bosque de Polylepis de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

### 2.2 Metodología

#### 2.2.1 Identificación de servicios ecosistémicos

Para la identificación de los servicios ecosistémicos se levantó información secundaria y primaria. El levantamiento de información secundaria se realizó mediante la revisión documental de bibliografía de diversas fuentes literarias y metodológicas especializadas sobre estudios elaborados acerca de servicios ecosistémicos y aquellos vinculados a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo; y la generación de información primaria, se realizó mediante salidas de campo y recolección de datos, la técnica utilizada fue observación directa.



A partir de esta información se consolidaron las bases conceptuales para el diseño de una matriz de identificación de servicios ecosistémicos, en la misma que se establecieron 24 servicios fundamentados en el enfoque planteado por los Ecosistemas del Milenio (2005) clasificando a los servicios según el tipo al que pertenecen: de soporte, regulación, provisión y culturales; (Ver tabla 1). Posteriormente, se realizó la línea base del Bosque de Polylepsis, en la cual se caracterizaron los componentes físico, biótico y social, definidos dentro una matriz (Ver tabla 3). Luego, se procedió a analizar la información levantada (Ver tabla 3) en relación a la matriz de identificación de servicios ecosistémicos, (Ver tabla 1), determinando por medio de la técnica de análisis criterial aquellos servicios ecosistémicos que se generan dentro del Bosque de Polylepsis (Ver tabla 4).

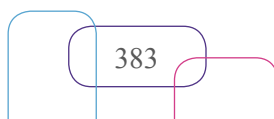
TIPO	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
<b>SOPORTE</b>	Formación del suelo
	Ciclo de nutrientes
	Producción primaria
	Biodiversidad
	Fotosíntesis
<b>REGULACIÓN</b>	Regulación climática
	Regulación atmosférica
	Regulación hídrica
	Control de la erosión
	Control biológico
	Polinización
<b>PROVISIÓN</b>	Alimentos
	Materias primas
	Agua dulce
	Recursos medicinales
	Uso cosmético
	Recursos ornamentales
<b>CULTURALES</b>	Belleza escénica
	Recreación
	Valores estéticos
	Valores espirituales y religiosos
	Ciencia y Educación
	Herencia cultural
	Ecoturismo

Tabla 1. Matriz de identificación de servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepsis

Fuente: Ecosistemas del Milenio (2005)

### 2.2.2 Determinación de beneficios generados por los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepsis

Los beneficios obtenidos de los servicios ecosistémicos se pudieron determinar mediante el levantamiento de información secundaria y primaria. El levantamiento de información secundaria se realizó mediante la revisión documental de bibliografía sobre estudios asociados al tema; mientras que la información



primaria se generó mediante talleres participativos con los actores involucrados identificados: funcionarios del MAE y de la reserva, académicos, comunidades aledañas y turistas (Ver tabla 2), determinando con ello los beneficios a partir de las distintas funciones brindadas por los servicios ecosistémicos

INVOLUCRADOS	FUNCIONES
Ministerio del Ambiente	Coordina a las personas encargadas y las actividades a desarrollar dentro de la Reserva y del Bosque de Polylepis.
Administración de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo	Trabaja en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales vinculados al área protegida y al Bosque de Polylepis. Maneja el bosque como un atractivo turístico y a la vez como un sitio de conservación ambiental
Instituciones educativas	Son parte de los proyectos de investigación dentro del Bosque de Polylepis, generando información a través de los trabajos de prácticas o tesis de los estudiantes y docentes; crea oportunidades cognitivas e información veraz para futuros estudios.
Comunidades	Se encuentran 14 comunidades dentro de la RPFCH que se vinculan con el bosque y sus servicios ecosistémicos.
Turistas	Los turistas de la RPFCH, se interesan por conocer el Bosque de Polylepis y hacer uso del sitio.

Tabla 2. Actores involucrados

### 2.2.3 Determinación de beneficiarios de los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis

La identificación de beneficiarios de los servicios ecosistémicos se obtuvo a través del levantamiento de información primaria, mediante talleres participativos con los actores involucrados (Ver tabla 2), donde se definieron quienes se benefician del flujo de servicios provisto por el bosque por tipo de servicio. Los beneficiarios determinados fueron asociados a la manera en que usan, disfrutan o gestionan los servicios.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Identificación de los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis

La necesidad de llevar a cabo una buena gestión de los espacios naturales obliga a tener un conocimiento acerca de las relaciones que se presentan entre sus elementos y los seres humanos (12), relaciones que se ven definidas por la interacción entre la prestación de servicios y el uso que hacen de ellos las sociedades (5). En los últimos años se han concatenado esfuerzos por mantener los bosques de *Polylepis* (7), al demostrar que este tipo de entornos generan una serie de servicios ecosistémicos (16), siendo importante identificarlos para su posterior conservación.

En este enfoque el Bosque de Polylepis de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo ha sido caracterizado (Ver tabla 3), determinando sus condiciones ecológicas y socio-culturales (17) con el fin de obtener información que contribuya al estudio de los servicios ecosistémicos del sitio.

COMPONENTE	VARIABLES	CARACTERÍSTICA
FÍSICO	Geología y geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La geología del sitio se caracteriza por ser una formación en una gran pared rocosa de material no volcánico</li> <li>• Su geomorfología se caracteriza por ser una zona con pendientes pronunciadas e irregularidades</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textura y estructura del suelo corresponde a una arena suelta</li> <li>• Suelos ligeramente ácidos</li> <li>• pH: 5,9 (zona alta), 5,7 (zona media), 6,1 (zona baja)</li> <li>• Bajo nivel de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Ca, Mg, Zn y Mn)</li> <li>• Alto contenido de hierro (Fe)</li> <li>• Cobertura vegetal natural</li> <li>• Regulación hídrica natural</li> </ul>
	Climatología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura promedio anual: 11° C (2016)</li> <li>• Humedad relativa promedio anual: 78, 2%, (2016)</li> <li>• Precipitación promedio anual: 763 mm</li> </ul>
BIÓTICO	Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de Especies vegetales: <i>Aetheolaena lingulata</i>, <i>Conyza cardaminifolia</i>, <i>Hypochaeris radiata</i>, <i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth, <i>Laciocephalus ovatus</i>, <i>Chuquiraga jussieui</i>, <i>Musgo</i>, <i>Pernettya prostrata</i>, <i>Monnina aestuans</i>, <i>Dalea coerulea</i>, <i>Arcytophyllum sp.</i>, <i>Bomarea glaucescens</i>, <i>Paepalanthus alpinus</i>, <i>Calamagostis intermedia</i>, <i>Polystichum orbiculatum</i>, <i>Polylepis reticulata</i> Hieron, <i>Lachemilla orbiculata</i>, <i>Lachemilla aphanoidea</i>, <i>Castilleja fissifolia</i></li> <li>• Polinización anemófila y por especies (aves, insectos, mamíferos).</li> </ul>
	Fauna	<p>Inventario de especies de la Reserva de producción de Fauna Chimborazo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aves: Gavilán de páramo, Guarro, Pato serrano, Estrella del Chimborazo, Colibrí colacinta, Ligte, Gaviota andina, Cóndor de los Andes, Tortolita Negra, Tortolita orejada, Curiquingue, Halcón Aplomado, Canastero de Wyatt, Canastero flamulado, Golondrina ventricafé, Semillero sencillo, Gorrión Chingolo, Mirlo Blanco, Mirlo Negro, Bisbita de Páramo, Jilguero encapuchado</li> <li>• Mamíferos: lobos de páramo, zorrillos, venado de cola blanca, conejos, ratones campestres, vicuñas, alpacas y llamas</li> <li>• Anfibios: Puca sapo, Rana cohete de Quito, y Rana marsupial de San Lucas, Cutín de Urbina, al Cutín de Orcés</li> <li>• Reptiles: Lagartija de jardín común, Lagartija minadora</li> </ul>
SOCIAL	Comunidades vinculadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades de la RPFCH: Cruz del Arenal, Culebrillas, Pachancho, Yurac Ucscha, San José de Natahua, Rincón de los Andes, Rumipata, Cunugyacu, La tzabantza, La Esperanza, Río Blanco, Río Colorado Alto, Pulinguí San Pablo, Chorrera</li> <li>• Para algunas comunidades el bosque tiene un significado espiritual, por ello antes de ingresar piden permiso a la "Pachamama"</li> </ul>
	Ciencia y Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen programas de educación ambiental dentro de la Reserva, e impulsadas por el MAE para la conservación de sitio.</li> <li>• Existen pocos estudios relacionados al Bosque de Polylepis</li> </ul>
	Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación de las comunidades con las actividades turísticas</li> <li>• Servicios turísticos ofertados dentro del bosque por la RPFCH: guianza, actividades recreativas</li> <li>• Existencia de rutas o senderos adecuados en el sitio</li> <li>• Promoción del Ecoturismo</li> <li>• Actividades de turismo y recreación (caminatas, fotografía, paisajismo)</li> </ul>
	Conservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se pueden extraer especies vegetales o animales del Bosque de Polylepis, ni hacer uso del sitio sin autorización de la Entidad reguladora</li> <li>• Vinculación de las comunidades con las actividades de conservación</li> <li>• Estado del sitio: lugar sin residuos o desechos, libre de contaminación, manejado por el MAE.</li> </ul>

Tabla 3. Matriz de caracterización del Bosque de Polylepis

El manejo de los bosques de *Polylepis* debería tener como meta la identificación de sus servicios ecosistémicos para asegurarlos o potencializarlos (3), considerando importante el estudio de los servicios como parte del cambio ambiental (22), por cuanto han sido amenazados por las actividades antrópicas, causando su degradación y reducción de los mismos (17).

En este estudio de los 24 servicios ecosistémicos propuestos en base a los Ecosistemas del Milenio (Ver tabla 1) se identificaron 19 servicios ecosistémicos generados dentro del área de estudio, de tipo soporte, provisión, regulación y culturales (Ver tabla 4).

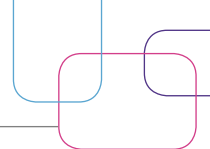
TIPO	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
Servicios de Soporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación del suelo</li> <li>2. Ciclo de nutrientes</li> <li>3. Producción primaria</li> <li>4. Biodiversidad</li> <li>5. Fotosíntesis</li> </ol>
Servicios de Regulación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regulación climática</li> <li>2. Regulación atmosférica</li> <li>3. Regulación hídrica</li> <li>4. Control de erosión</li> <li>5. Control biológico</li> <li>6. Polinización</li> </ol>
Servicios de Provisión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recursos medicinales</li> <li>2. Recursos ornamentales</li> </ol>
Servicios Culturales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Belleza escénica</li> <li>2. Recreación</li> <li>3. Valores estéticos</li> <li>4. Valores espirituales</li> <li>5. Ciencia y Educación</li> <li>6. Ecoturismo</li> </ol>

Tabla 4. Servicios ecosistémicos del Bosque de *Polylepis*

Los servicios ecosistémicos identificados en este estudio representan la base conceptual para posteriores estudios relacionados al bosque, a sus recursos, funciones y al valor económico del mismo. Según Beltrán *et al.*, (2009) analizar a los ecosistemas como parte de un capital natural tendrá como efectos la conservación y disposición de servicios como la regulación del clima, fijación de carbono, fertilidad del suelo, polinización, provisión de agua limpia, recreación, valores estéticos, espirituales, ecoturismo (6), estos servicios tienen consecuencias en la prosperidad de la sociedad humana, y no sólo en su economía, sino también en la salud, las relaciones sociales, libertades o la seguridad (1), representando con ello valor e importancia a nivel mundial, desde una perspectiva biológica, económica, social y cultural (18).

La influencia que los seres humanos tienen sobre los bosques, sus recursos y servicios ecosistémicos para satisfacer sus necesidades (17), han causado la modificación de los mismos (20). Estudios basados en los bosques de *Polylepis*



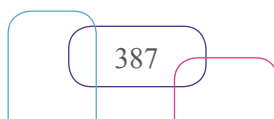


en América del Sur han demostrado que el desconocimiento de las personas sobre la importancia de estos ecosistemas han sido el factor fundamental para el manejo inadecuado de los recursos y sus servicios (7), generando la reducción parcial o total de los mismos (27), conllevando a que algunos países entre ellos Ecuador, establezca programas de pago por servicios ecosistémicos, los cuales se están implementando en diferentes áreas con el objetivo de preservar y mantener los beneficios que generan a nivel social, cultural, ambiental, económico y político (21).

### 3.2 Beneficios generados por los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis

Los servicios ecosistémicos concebidos como el vínculo para entender los procesos de los ecosistemas y los beneficios que las sociedades obtienen de ellos (22) son capaces de generar un flujo beneficiario al ser humano mediante el mantenimiento de sus funciones (6), contribuyendo al bienestar social (22). En este contexto, dentro del Bosque de Polylepis se han determinado varios beneficios (Ver tabla 5) que generan los servicios ecosistémicos previamente identificados.

TIPO DE SERVICIO	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	BENEFICIOS
SOPORTE	Formación del suelo	• Mantenimiento de la productividad de los suelos
	Ciclo de nutrientes	• Mantenimiento de la salud del suelo • Especies vegetales desarrolladas adecuadamente
	Producción primaria	• Mantenimiento de la productividad de los suelos • Producción de energía para el ecosistema
	Biodiversidad	• Mantenimiento de la biodiversidad
	Fotosíntesis	• Purificación del medio natural • Producción de energía para el ecosistema
REGULACIÓN	Regulación climática	• Mantenimiento de un clima adecuado
	Regulación atmosférica	• Protección del ozono frente a los rayos UVA • Prevención de enfermedades
	Regulación hídrica	• Drenaje natural
	Control de la erosión	• Prevención de la pérdida del suelo • Mantenimiento de la productividad de los suelos
	Control biológico	• Control de plagas o pestes • Control de enfermedades
	Polinización	• Reproducción de especies vegetales
PROVISIÓN	Recursos medicinales	• Plantas medicinales
	Recursos ornamentales	• Plantas ornamentales



CULTURALES	Belleza escénica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disfrute paisajístico</li> <li>• Atracción turística</li> </ul>
	Recreación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de actividades recreacionales</li> <li>• Atracción turística</li> </ul>
	Valores estéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relajación</li> <li>• Realización de actividades recreacionales</li> <li>• Disfrute paisajístico</li> </ul>
	Valores espirituales y religiosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación del sitio</li> </ul>
	Ciencia y Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidades para el desarrollo cognitivo</li> <li>• Generación de documentos (libros, artículos, revistas) con información del bosque</li> </ul>
	Ecoturismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de actividades recreacionales</li> <li>• Generación de empleo</li> <li>• Generación de ingresos económicos</li> <li>• Vinculación de las comunidades</li> <li>• Concientización sobre el cuidado del Bosque de Polylepis</li> <li>• Conservación del sitio</li> </ul>

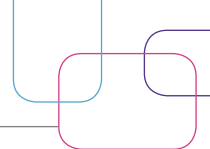
Tabla 5. Beneficios generados por los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis

Los beneficios generados por los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis se pueden traducir en beneficios materiales e inmateriales, al aportar con diversos recursos para cubrir las necesidades de este ecosistema y de las personas vinculadas al mismo, como por ejemplo la obtención de plantas medicinales y ornamentales, la generación de empleo, generación de ingresos económicos, entre otros; pero a la vez representan beneficios inmateriales, que tienen un valor subjetivo, como el disfrute paisajístico, oportunidades para el desarrollo cognitivo, incremento en la concientización sobre el cuidado del sitio; beneficios que se miden desde la perspectiva de quien los utiliza.

Los bosques de *Polylepis* generan diversos beneficios (17), los cuales representan el motivo y la necesidad de proteger e incluso restaurar este tipo de ecosistemas (18, 19); estas medidas han logrado preservar estos espacios y cautelar los servicios ecosistémicos provistos, vinculando a las comunidades, autoridades, entidades públicas y privadas a ser partícipes de programas de conservación (20).

### 3.3 Beneficiarios de los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis

Los beneficiarios se encuentran determinados por tipo de servicio ecosistémico que reciben por parte del Bosque de Polylepis son beneficiarios directos e indirectos de dichos servicios y de los beneficios que generan, vinculándose al bosque por el manejo, control o uso de este espacio (Ver tabla 6). Los procesos de determinación de los actores sociales involucrados, puede ser utilizado como una estrategia para trabajar conjuntamente en el manejo de los servicios ecosistémicos y al fortalecimiento de las instituciones que toman decisiones en torno al mantenimiento de dichos servicios (24). Desde esta perspectiva social, es necesario entender que beneficios obtienen los diferentes actores involucrados y como perciben, valoran y usan los servicios ecosistémicos (22), pues se ha comparado en estudios realizados en los Andes Ecuatorianos, que varias comunidades subsisten gracias a los servicios ambientales y beneficios que brindan los



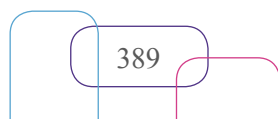
bosques altoandinos (22); algo que se puede afirmar al presentar en este estudio 14 comunidades beneficiadas directa e indirectamente del Bosque de Polylepis.

TIPO DE SERVICIO	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	BENEFICIARIOS
SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación del suelo</li> <li>• Ciclo de nutrientes</li> <li>• Producción primaria</li> <li>• Biodiversidad</li> <li>• Fotosíntesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAE</li> <li>• Administración de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo</li> <li>• Comunidades aledañas.</li> <li>• Instituciones educativas</li> <li>• Turistas.</li> </ul>
REGULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación climática</li> <li>• Regulación atmosférica</li> <li>• Regulación hídrica</li> <li>• Control de erosión</li> <li>• Control biológico</li> <li>• Polinización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAE</li> <li>• Administración de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo</li> <li>• Comunidades aledañas.</li> <li>• Instituciones educativas</li> <li>• Turistas.</li> </ul>
PROVISIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos medicinales</li> <li>• Recursos ornamentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades aledañas.</li> <li>• Instituciones educativas</li> <li>• Turistas.</li> </ul>
CULTURALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belleza escénica</li> <li>• Recreación</li> <li>• Valores estéticos</li> <li>• Valores espirituales</li> <li>• Ciencia y Educación</li> <li>• Ecoturismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAE</li> <li>• Administración de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo.</li> <li>• Comunidades aledañas.</li> <li>• Instituciones educativas</li> <li>• Turistas.</li> </ul>

Tabla 6. Esquema general de caracterización de los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis

El MAE y la Administración de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo son beneficiarios que tienen un papel activo al ser entidades que se relacionan con el control y manejo del Bosque de Polylepis. Las instituciones educativas, las comunidades aledañas y los turistas, son beneficiarios que tienen un papel pasivo al ser afectados (de manera positiva) por los servicios que reciben. Además, así como los servicios del Bosque de Polylepis son importantes para los beneficiarios identificados, estos lo son para el bosque al influir dentro del manejo del mismo y ser un eje importante para preservar los servicios que en él se generan.

Los beneficiarios vinculados a los servicios ecosistémicos del Bosque de Polylepis se convierten en los actores clave para el manejo adecuado y conservación del sitio. Según Brown & Raymond. (2007) los beneficiarios de los servicios ecosistémicos son la pieza fundamental para el planteamiento de estrategias de cuidado y conservación de estos. Sin embargo, Kessler (2006) presenta que las actividades que realizan los seres humanos dentro de un ecosistema, tienen como consecuencia la pérdida de algunos recursos; requiriendo con ello cambios drásticos en las prácticas de uso de un ecosistema, cambios que tienen que ser apoyados por los actores involucrados en todos los niveles de decisión y que representan uno de los grandes retos para las próximas décadas (29) como un



eje relevante en la resolución de los problemas ambientales (25).

La relación de los servicios ecosistémicos y los beneficiarios se basa muchas veces en una relación de interés unilateral (20), es decir las personas se benefician a su manera del medio, sin retribuir a los ecosistemas por los servicios provistos (21), ahí radica la importancia de convertir este proceso en un proceso equilibrado, donde exista un beneficio a nivel ambiental, económico, social y cultural; pero a su vez donde se preserven los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos (14), obligando con ello a plantear investigaciones en torno a este tema por su importancia para la subsistencia de los seres vivos (34).

En Ecuador, son algunos los estudios que se han llevado a cabo sobre servicios ecosistémicos que han demostrado la importancia de conservarlos y protegerlos (21), determinando que son la base para fundamentar el por qué es importante un manejo sostenible del entorno, y el por qué es necesario proteger los recursos ambientales (31), generando que el estudio realizado en el Bosque de Polylepis, sea uno más que contribuya al análisis de estrategias de manejo para este sitio, sus recursos y servicios ambientales, coadyuvando esfuerzos por conservar este medio, al dar a conocer los diversos beneficios que se pueden percibir a largo plazo si se los maneja de manera sostenible o los que se podrían perder si no se toman medidas preventivas o correctivas. En este estudio además se ha determinado que se puede llegar a obtener una cadena de beneficios que generen mayor bienestar social; si las entidades vinculadas al sitio, las instituciones educativas, las comunidades, y los turistas compensaran los servicios ambientales tomados del medio, manteniendo una relación de desarrollo armónico en el sitio.

#### 4. Conclusiones

La caracterización de los componentes físicos, bióticos y sociales, permitió obtener datos del lugar para su posterior análisis, e identificación de los servicios ecosistémicos, resultando 19 servicios suministrados por el Bosque de Polylepis, de tipo soporte (formación del suelo, ciclo de nutrientes, producción primaria, biodiversidad y fotosíntesis), de regulación (regulación climática, regulación atmosférica, regulación hídrica, control biológico, control de la erosión y polinización); provisión (recursos medicinales y ornamentales) y finalmente de tipo culturales (belleza escénica, recreación, valores estéticos, valores espirituales, ciencia y educación, ecoturismo), servicios que han permitido que el bosque mantenga de manera adecuada sus funciones ecológicas.

Los servicios ecosistémicos que nos ofrece el Bosque de Polylepis se traducen en diversos beneficios; pero sobre todo se convierten en un aporte para mantener un ecosistema saludable, el cual ofrece condiciones óptimas para el desarrollo de las especies que en el habitan y el bienestar de los actores sociales que al bosque se vinculan, conllevando a un desarrollo a nivel ambiental, cultural, social o económico.

Se determinaron 5 beneficiarios directos e indirectos: el Ministerio del Ambiente, la Administración de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, las instituciones educativas, las comunidades locales y los turistas; por poseer un grado de influencia, control, acceso y manejo del sitio, además de existir una relación de dependencia directa e indirecta con el suministro de sus servicios ecosistémicos.

## Referencias

1. EEM. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. 2005; Available from: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.
2. Luna, R., Castañon, A., and Raz-Guzmán, A., La biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*. [Internet]. 2011 [citado 13 enero 2018]. 101(101). Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/26594>.
3. Camargo, E., Carreño, J., and Barón, E., Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano/Regulating ecosystem services: trends and impact on human welfare. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. [Internet]. 2012 [citado 13 enero 2018]. 3(1): p. 77. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/5551d3771e58d895a116d361c6649265/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1746337>.
4. WWF, World Wildlife Fund - Fondo Mundial para la Naturaleza [Internet]. 2014 [citado 13 enero 2018]. Disponible en: [http://www.footprintnetwork.org/content/images/article\\_uploads/Informe-PlanetaVivo2014\\_LowRES.pdf](http://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Informe-PlanetaVivo2014_LowRES.pdf).
5. Sánchez, V., El siguiente reto: la conservación fuera de las áreas protegidas. . *Therya*. [Internet]. 2010 [citado 13 enero 2018]. 1(2). Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-33642010000200001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-33642010000200001).
6. Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yáñez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cárdenas, A., and Velástegui, A., Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador. *EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA*. Quito. [Internet]. 2009 [citado 13 enero 2018]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Silvia\\_Salgado2/publication/267964616\\_Distribucion\\_espacial\\_sistemas\\_ecologicos\\_y\\_caracterizacion\\_floristica\\_de\\_los\\_paramos\\_en\\_el\\_Ecuador/links/548867450cf2ef344790969a/Distribucion-espacial-sistemas-ecologicos-y-caracterizacion-floristica-de-los-paramos-en-el-Ecuador.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Salgado2/publication/267964616_Distribucion_espacial_sistemas_ecologicos_y_caracterizacion_floristica_de_los_paramos_en_el_Ecuador/links/548867450cf2ef344790969a/Distribucion-espacial-sistemas-ecologicos-y-caracterizacion-floristica-de-los-paramos-en-el-Ecuador.pdf).
7. Kessler, M., Bosques de Polylepis. *Botánica económica de los Andes centrales*. [Internet]. 2006 [citado 13 enero 2018]. 11: p. 110-120. Disponible en: <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2007.pdf>.
8. CBD, CONVENIO PARA LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. [Internet]. 2011 [citado 13 enero 2018]. Disponible en: <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-es-web.pdf>.
9. Cesilini, S., Caille, G., Díaz, M., and Schenke, R., Servicios de consultoría para la sistematización del Proyecto “Comunidades de los Páramos”. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza ResearchGate. [Internet]. 2015 [citado 12 enero 2018]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/291164544\\_Servicios\\_de\\_consultoria\\_para\\_la\\_sistematizacion\\_del\\_Proyecto\\_Comunidades\\_de\\_los\\_Paramos\\_UICNSurRESUMEN\\_FINAL\\_RESUMEN\\_PARA\\_RESPONSABLES\\_DE\\_POLITICAS\\_Producto\\_5\\_Documento\\_de\\_sistematizacion\\_del\\_Proye](https://www.researchgate.net/publication/291164544_Servicios_de_consultoria_para_la_sistematizacion_del_Proyecto_Comunidades_de_los_Paramos_UICNSurRESUMEN_FINAL_RESUMEN_PARA_RESPONSABLES_DE_POLITICAS_Producto_5_Documento_de_sistematizacion_del_Proye).
10. Gutiérrez, I. and Endara, I., Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador. *Revista Parques*. [Internet]. 2015 [citado 11 enero 2018]. Disponible en: [http://revistaparques.net/uploads/media/Articulo\\_SISTEMA\\_NACIONAL\\_Ecuador\\_Isidro\\_Gutierrez\\_.pdf](http://revistaparques.net/uploads/media/Articulo_SISTEMA_NACIONAL_Ecuador_Isidro_Gutierrez_.pdf).

11. MAE. *Ministerio del Ambiente. PPlan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007-2016. Informe Final de Consultoría.* . 2007; Proyecto GEF: Ecuador Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP-GEF).]. Available from: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/369324/11.-PLAN+ESTRAT%C3%89GICO+DEL+SNAP-Resumen+Ejecutivo.pdf/72b6c299-cb55-4be4-8aa4-70591adf23a1>.
12. UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. [Internet]. 2008 [citado 11 enero 2018]. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/paps-016-es.pdf>.
13. MAE. *Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador: Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.* 2017; Available from: <http://www.ambiente.gob.ec/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo-26-anos-de-proteccion/>.
14. Izurieta, D., El volcán Chimborazo “El Coloso de los Andes”. The Chimborazo volcano” The Colossus of the Andes”. [Internet]. 2016 [citado 13 enero 2018]. Disponible en: <http://www.revistabionatura.com/files/chimborazo.pdf>.
15. Castillo, D., Carrasco, J., Quevedo, L., Ricaurte, C., Gavilanes, A., and Borz, S., DIVERSITY, COMPOSITION AND STRUCTURE OF ANDEAN HIGH FOREST IN ECUADOR, SOUTH AMERICA. [Internet]. 2017 [citado 13 enero 2018]. Disponible en: [http://www.ueb.edu.ec/app/investigacion/images/PDF/REVISTA\\_TALENTOS/VOLUMEN\\_I/CRECIMIENTO\\_VEGETATIVO\\_REPRODUCCI.pdf](http://www.ueb.edu.ec/app/investigacion/images/PDF/REVISTA_TALENTOS/VOLUMEN_I/CRECIMIENTO_VEGETATIVO_REPRODUCCI.pdf).
16. Albuixech, J., Crecimiento vegetativo, reproducción y propagación del árbol de papel (*Polylepis* spp.) en la Reserva Faunística de Chimborazo: monitorización de las respuestas climáticas en un gradiente altitudinal. [Internet]. 2016 [citado 13 enero 2018].
17. Kessler, M. & Driesch, P., Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia. *Ecología en Bolivia.* [Internet]. 2007 [citado 13 enero 2018]. 21: p. 1-18. Disponible en: <http://ecologiaenbolivia.com/documents/KesslerDriesch21.pdf>.
18. Fjeldsâ, J., Kessler, M., Engblom, G., and Driesch, P., Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highland of Peru and Bolivia: a contribution to sustainable natural resource management in the Andes, [Internet]. Copenhagen: Nordeco Editorial; 1996 [citado 11 enero 2018]. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRUCO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004750>.
19. Fjeldsâ, J. and Kessler, M., Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia, [Internet]. Centro para la Investigación de la Diversidad Cultural y Biológica de los Bosques Pluviales Andinos (DIVA) Editorial; 2004 [citado 11 enero 2018]. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300099340>.
20. Bremer, L., Farley, K., Lopez-Carr, D., and Romero, J., Conservation and livelihood outcomes of payment for ecosystem services in the Ecuadorian Andes: What is the potential for ‘win-win’? *Ecosystem Services.* [Internet]. 2014 [citado 13 enero 2018]. 8: p. 148-165. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041614000278?via%3Dihub>.
21. Farley, K., Anderson, W., Bremer, L., and Harden, C., Compensation for ecosystem services: an evaluation of efforts to achieve conservation and development in Ecuadorian páramo grasslands. *Environmental Conservation.* [Internet]. 2011 [citado 13 enero 2018]. 38(4): p. 393-405. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Kathleen\\_Farley/publication/231789831\\_Compensation\\_for\\_ecosystem\\_services\\_An\\_evaluation\\_of\\_efforts\\_to\\_achieve\\_conservation\\_and\\_development\\_in\\_Ecuadorian\\_paramo\\_grasslands/links/0a85e52e6a6a5eeab000000/Compensation-for-ecosystem-services-An-evaluation-of-efforts-to-achieve-conservation-and-development-in-Ecuadorian-paramo-grasslands.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kathleen_Farley/publication/231789831_Compensation_for_ecosystem_services_An_evaluation_of_efforts_to_achieve_conservation_and_development_in_Ecuadorian_paramo_grasslands/links/0a85e52e6a6a5eeab000000/Compensation-for-ecosystem-services-An-evaluation-of-efforts-to-achieve-conservation-and-development-in-Ecuadorian-paramo-grasslands.pdf).



22. Hayes, T., Murtinho, F., and Wolff, H., An institutional analysis of Payment for Environmental Services on collectively managed lands in Ecuador. *Ecological Economics*. [Internet]. 2015 [citado 13 enero 2018]. 118: p. 81-89. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Felipe\\_Murtinho/publication/282289079\\_An\\_institutional\\_analysis\\_of\\_Payment\\_for\\_Environmental\\_Services\\_on\\_collectively\\_managed\\_lands\\_in\\_Ecuador/links/59e14fc10f7e9b97f7be2bb2d/An-institutional-analysis-of-Payment-for-Environmental-Services-on-collectively-managed-lands-in-Ecuador.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Felipe_Murtinho/publication/282289079_An_institutional_analysis_of_Payment_for_Environmental_Services_on_collectively_managed_lands_in_Ecuador/links/59e14fc10f7e9b97f7be2bb2d/An-institutional-analysis-of-Payment-for-Environmental-Services-on-collectively-managed-lands-in-Ecuador.pdf).
23. Boyd, J. and Banzhaf, S., What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological economics*. [Internet]. 2007 [citado 12 enero 2018]. 63(2-3): p. 616-626. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907000341>.
24. Balvanera, P., Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*. [Internet]. 2012 [citado 13 enero 2018]. 21(1-2). Disponible en: <http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2012/2012%20MEX%20-3F%20Social.pdf>.
25. Castillo, A., García-Ruvalcaba, S., and Martínez R, L.M., Environmental education as facilitator of the use of ecological information: a case study in Mexico. *Environmental Education Research*. [Internet]. 2002 [citado 13 enero 2018]. 8(4): p. 395-411. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1350462022000026809>.
26. Cram, Silke, Cotler, Helena, Morales, Luis Miguel, Sommer, Irene, & Carmona, Estela. (2008). Identification of the potential soil environmental services in the urban landscape of Mexico City. *Investigaciones geográficas*, (66), 81-104. Recuperado en 03 de abril de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112008000200006&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112008000200006&lng=es&tlng=en).
27. De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(3), 393-408.
28. Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Paruelo, J. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. [citado 01 marzo 2018]
29. Fagerholm, N., Käyhkö, N., Ndumbo, F., & Khamis, M. (2012). Community stakeholders' knowledge in landscape assessments—Mapping indicators for landscape services. *Ecological indicators*, 18, 421-433.
30. Paetzold, A., Warren, P. H., & Maltby, L. L. (2010). A framework for assessing ecological quality based on ecosystem services. *Ecological complexity*, 7(3), 273-281.
31. Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29.
32. Riitters, K. H., Wickham, J. D., Vogelmann, J. E., & Jones, K. B. (2000). National land-cover pattern data.
33. Van Berkel, D. B., & Verburg, P. H. (2014). Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. *Ecological indicators*, 37, 163-174.
34. Daily, G. (1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*: Island Press.
35. Brown, G., & Raymond, C. (2007). The relationship between place attachment and landscape values: Toward mapping place attachment. *Applied geography*, 27(2), 89-111.



# PERCEPCIÓN SOCIAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO, ECUADOR

(SOCIAL PERCEPTION OF THE ECOSYSTEM SERVICES IN  
WILDLIFE PRODUCTION RESERVE OF CHIMBORAZO, ECUADOR)

\*Juan Carlos Carrasco Baquero<sup>a</sup>, Daisy Carolina Carrasco López,  
Deysi Mariela Cuadrado Puentes, Verónica Lucía Caballero Serrano<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,  
Panamericana Sur Km 1,1/2 Riobamba, Ecuador

\*Correspondencia.

jccb2004@hotmail.com; juancarlos.carrasco@esepoch.edu.ec (JC, Carrasco-Baquero)

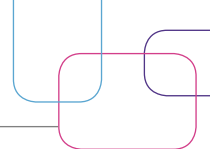
## RESUMEN

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) es una de las áreas protegidas importante para la conservación en los Andes del Ecuador, ya que alberga gran riqueza de especies de flora y fauna vitales para el equilibrio de los ecosistemas y para la supervivencia de los pobladores locales. La presente investigación analizó la percepción de los habitantes de las 14 comunidades que se encuentran dentro de la jurisdicción de la RPFCH sobre los servicios ecosistémicos proporcionados por los ecosistemas de la Reserva. Dentro de la Reserva se encuentran tres diferentes grupos étnicos indígenas: Pilahuines, Warankas y Puruhaes distribuidos en las 14 comunidades. Estos mostraron diferencias significativas de percepción sobre los elementos de biodiversidad analizados así como en los servicios ecosistémicos obtenidos a partir de los ecosistemas locales. Estos estudios podrían contribuir al establecimiento de adecuadas medidas de conservación en áreas protegidas, ya que proporcionan información crucial en el manejo y uso que realizan las poblaciones locales de los elementos de la biodiversidad.

**Palabras clave:** *Biodiversidad, Percepción, Servicios ecosistémicos, Conservación*

## ABSTRACT

The Chimborazo Wildlife Production Reserve (RPFCH) is one of the important protected areas for conservation in the Andes of Ecuador, since it harbors a great wealth of flora and fauna species vital for the balance of the ecosystems and for the survival of the local people. The present investigation analyzed the perception of the inhabitants of the 14 communities that are within the jurisdiction of the RPFCH about ecosystem services provided by ecosystems of the Reserve. Within the Reserve there are three different indigenous ethnic groups: Pilahuines, Warankas and Puruhaes distributed in the 14 communities. These showed significant differences in perception about the biodiversity elements analyzed as well as in ecosystem services obtained from local ecosystems. These studies could contribute to the establishment of adequate conservation measures in protected areas, since they provide crucial information on the management and use made by local populations of the elements of biodiversity.



**Key words:** *Biodiversity, perception, Ecosystem services, Conservation*

## 1. Introducción

Las áreas protegidas constituyen una pieza fundamental de las estrategias nacionales e internacionales de conservación (6), reconociéndolas como proveedores de servicios ecosistémicos (17) y como elementos fundamentales en la mitigación del cambio climático (19).

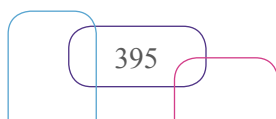
En el Ecuador, las áreas protegidas representan aproximadamente el 20% del territorio nacional y son parte del gran Sistema Nacional de Áreas Protegidas (16), conformado por 50 áreas protegidas, de las cuales 49 son parte del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) y 1 de los subsistemas de los Gobiernos locales, las mismas que se caracterizan por su diversidad de ecosistemas y riqueza biológica (13). La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) fue creada en el año 1986 y se localiza en las provincias de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua en la Región central del Ecuador y posee una extensión de 58560 hectáreas (15).

Dentro de la RPFCH se asientan 14 comunidades humanas que dependen económicamente de las actividades agrícolas y ganaderas para su subsistencia (4, 11). El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), ente rector ambiental en el país y encargado de la administración de la Reserva, ha procurado sensibilizar a los principales involucrados sobre la importancia de conservar y preservar los recursos disponibles en estos ecosistemas, mediante el establecimiento de actividades no extractivas como el ecoturismo (14).

Por otra parte los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtenemos de los ecosistemas y que contribuyen con nuestro bienestar (12). Estos beneficios se vuelven críticos en economías de subsistencia, pues las poblaciones locales generalmente obtienen el alimento y las medicinas a partir de los ecosistemas en los que se desenvuelven. La percepción de las poblaciones sobre los recursos naturales es de vital importancia, ya que las personas hacen uso de estos recursos en función de estas percepciones (18). Por ello el objetivo de la presente investigación fue analizar la percepción de los pobladores locales sobre los servicios ecosistémicos provistos por los ecosistemas de la RPFCH, y además conocer la percepción de estas poblaciones sobre los beneficios obtenidos a partir de los ecosistemas locales (servicios ecosistémicos). Con miras al establecer políticas que mejoren los modelos de gestión de estas áreas protegidas en el Ecuador.

## 2. Materiales y Métodos

Para la realización del presente estudio se estableció como universo el total de pobladores de las 14 comunidades que habitan dentro de la RPFCH (14).



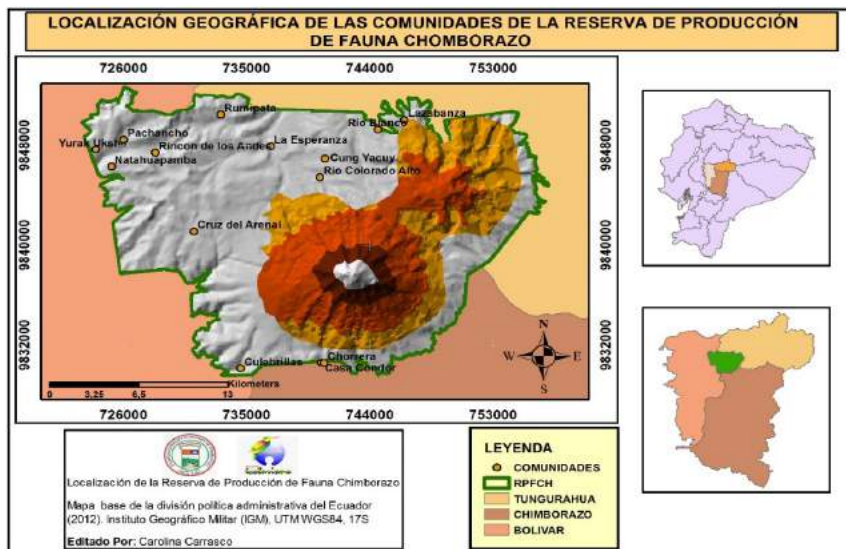
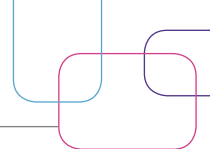


Figura 1. Ubicación geográfica de las comunidades de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo  
Fuente. Cartografía base del IGM-Ecociencia y MAE 2012

Posteriormente se procedió al cálculo de la muestra (2) estableciendo un total de 139 encuestas (Tabla N° 1) que fueron aplicadas al azar y de manera proporcional respecto al número de pobladores de cada comunidad mediante el cálculo de la frecuencia relativa.

Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidades	Número de habitantes por comunidad	Número de encuestas
Chimborazo	Riobamba	San Juan	Chorrera	68	6
			San Pablo	61	4
Bolívar	Guaranda	Guanujo	Cruz del Arenal	50	4
			Culebrillas	86	6
		Salinas	Pachancho	188	14
			Yurac Ucsha	200	15
			San José de Natahua	155	13
			Rincón de los Andes	51	4
Tungurahua	Ambato	Pilahuin	Rumipata	120	10
			Cunugyacu	250	19
			La tzabantza	60	4
			La Esperanza	250	19
			Río Blanco	192	15
			Río Colorado Alto	86	6
<b>TOTAL</b>				<b>1817</b>	<b>139</b>

Tabla 1. Número de encuestas aplicadas por comunidad



## 2.1 Cuestionario

La encuesta estuvo conformada por 2 secciones, la primera contenía datos generales de los entrevistados, y la segunda contenía 13 preguntas abiertas (Anexo N° 1) referentes a los elementos flora y fauna y los servicios ecosistémicos que obtienen.

## 2.2 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2018 (5). Para establecer diferencias significativas entre los grupos étnicos y los servicios ecosistémicos analizados se aplicó la prueba Chi cuadrado, de igual forma se aplicó la misma prueba para analizar las diferencias entre género y los servicios ecosistémicos. Se establecieron tres grupos generacionales jóvenes (de 17 a 40 años), mediana (41 a 64 años) y mayores (de 65 a más años).

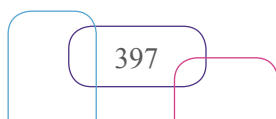
## 3. Resultados

### 3.1 Caracterización de los encuestados

Los encuestados correspondieron a la etnia Pilahuin (53%), Waranka (40%) y Puruhá (7%); de los cuales el 51% eran mujeres y 49% hombres, y se encontraban en distintos rangos de edad, jóvenes 74 casos (54%), mediana edad 57 casos (41%), mayores 7 casos (5%), la edad media fue de 39 años. El 39% de los encuestados habla únicamente español (55 casos), mientras que 61% habla español y kichwa (84 casos); para los cuales el 47% (65 casos) el español es el principal idioma y para el 14% restante (19 casos) lo es el kichwa. En cuanto a las actividades productivas, el 48% de los encuestados se dedica a la agricultura, el 44% al pastoreo y el 8% restante se dedican a otras actividades económicas. El 97% (135) de los encuestados son oriundos del lugar.

La totalidad de los encuestados (139) consideran que la RPFCH posee gran riqueza de flora y fauna. Se determinó que para el 60% (84 casos) la Reserva representa su hogar, para el 21% (34) constituye un atractivo turístico importante del país, para el 14% (19) una fuente de vida, y para el 1% (2) su lugar de trabajo. Existen algunos apelativos con los cuales los pobladores identifican a la Reserva, entre ellas Taita Chimborazo reconocida por el 47% de los entrevistados (65 casos), Reserva Chimborazo para el 23% (32), Pachamama para el 19% (26), y Chimborazo Rey para el 12% (16).

VARIABLES	NÚMERO DE ENCUESTADOS
Etnia	Pilahuin:73 Puruhá:10 Waranka:56



Género	Hombre:68 Mujer :71
Edad	Jóvenes:74 Media:57 Mayores:7
Idioma	Español:55 Español/Kichwa:65 Kichwa/Español:19
Ocupación	Agricultura:67 Pastoreo:61 Otros: 11

**Tabla 2.** Características socioeconómicas de los encuestados en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Las plantas locales más comúnmente utilizadas por los pobladores fueron: Pino (*Pinus radiata*), Piquil (*Gynoxys fuliginosa*), Quishuar (*Buddleja incana*), Chuquiragua (*Chuquiragua jussieu*), Llantén (*Plantago major*), Cola de caballo (*Equisetum arvense*), Menta (*Mentha spicata*), Malva (*Malva sylvestris*), Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), Paja (*Calamagrostis intermedia*), Ortiga (*Urtica dioica*), Santa María (*Tanacetum balsamita*), Manzanilla (*Chamaemelum nobile*), Pantsa (*Polylepis reticulata*), Valeriana (*Valeriana microphilla*), Lirios (*Lilium longiflorum*), Arquitecta (*Lasiocephalus ovatus*), Quimpillo (*Dysphania ambrosioides*), registrándose con más usos el pantsa o árbol de papel. Los servicios ecosistémicos relacionados con estas especies vegetales fueron: cortinas rompevientos (identificado por 23 encuestados), leña (84), medicina (114), alimento de animales (10), materiales de construcción (17), infusiones (15) y artesanías (5).

En cuanto al estado actual de la vegetación de la RPFCH, se determinó que el 81% de los encuestados (113 casos) considera que la vegetación ha cambiado a través del tiempo, paralelamente el 94% de los encuestados (131) argumentó que en el pasado la Reserva albergaba un mayor número de animales, mismos que han disminuido con el pasar de los años. En la actualidad, los animales que les generan mayores beneficios son: vacas, borregos, llamas, cuyes, gansos, conejos, gallinas, cerdos y caballos,

En lo referente a los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas locales, el 65% de los encuestados (91 casos) considera que los ecosistemas locales les permiten subsistir, el 13% (18) considera que estos ecosistemas contribuyen al mejoramiento de su calidad de vida. Por ello, para el 14% de los entrevistados (20) es indispensable la conservación de estos ecosistemas.

Para el 81% de los encuestados (112 casos) los servicios ecosistémicos han cambiado con el transcurso del tiempo. Por ejemplo, el 66% de los encuestados (74) estima que el servicio de servicio de provisión de agua ha experimentado deterioro a causa de la disminución del caudal en las fuentes de agua de la Reserva.

El 17% (19) considera que en el pasado la cantidad de leña disponible era mucho mayor que en la actualidad, el 6% (7) mencionó que antiguamente existían mayor disponibilidad de recursos naturales y materias primas, el 11% (12) argumentó los suelos ya no son tan fértiles como lo fueron en otro momento.

Por otra parte, la población se encuentra sensibilizada sobre la importancia de emprender diversas acciones de protección y conservación de los ecosistemas locales, el 23% de los encuestados (32 casos) estima que es imprescindible ejecutar acciones de protección de los páramos aledaños a las comunidades, el 22% (31) recalca la importancia del cuidado del agua, el 14% (19) considera como estrategia de conservación el trabajo comunitario (mingas), el 14% (20) señala que se requiere el manejo adecuado de los recursos naturales locales, el 9% (12) considera importante la delimitación de zonas de pastoreo, el 4% considera a la Educación Ambiental como estrategia de conservación. Otras medidas propuestas por los encuestados fueron la restricción de actividades extractivas como la caza (3%, 4 casos), la tala indiscriminada (2%, 3), la reforestación (6%, 8), el cumplimiento de la normativa establecida por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (2%,3), y a través de la ejecución de proyectos de conservación (1% ,2).

### *3.2 Diferencias de percepción entre los usuarios de servicios ecosistémicos*

Entre los principales beneficios o servicios ecosistémicos que la población obtiene de la RPFCH se encuentran la provisión de agua para el 57% de los encuestados (79 casos), la purificación del aire (captura de carbono) para el 9% (12), la provisión de alimentos 18% (25) y leña para el 17% (23). Existieron diferencias significativas entre la etnia de los encuestados y estos cuatro servicios ecosistémicos. En cuanto a la provisión de agua ( $\chi^2=13.88$ ,  $p=0.001$ ), principalmente la etnia Pilahuin identificó este servicio de como un beneficio obtenido a partir de la Reserva (61%), en comparación con los Puruhaes (11%) y Warancas (28%) quienes lo identificaron en menor proporción. En lo concerniente al servicio de provisión de alimento no se presentaron diferencias significativas entre las tres etnias analizadas. La identificación del servicio de provisión de leña fue altamente significativo entre los grupos étnicos ( $\chi^2=35.13$ ,  $p<0.0001$ ), siendo los Warankas (96%) quienes lo identificaron en mayor proporción. En cuanto a la purificación del aire tampoco existieron diferencias significativas entre los grupos (Fig. 2).

La percepción de los hombres y mujeres respecto a los servicios ecosistémicos que obtienen de la RPFCH también mostró diferencias significativas. El servicio de provisión de leña ( $\chi^2=19.81$ ,  $p<0.0001$ ) fue identificado especialmente por los hombres (91%), mientras que el servicio de provisión de agua ( $\chi^2=3.74$ ,  $p= 0.05$ ) es percibido en mayor proporción por las mujeres 58% (Fig. 3)

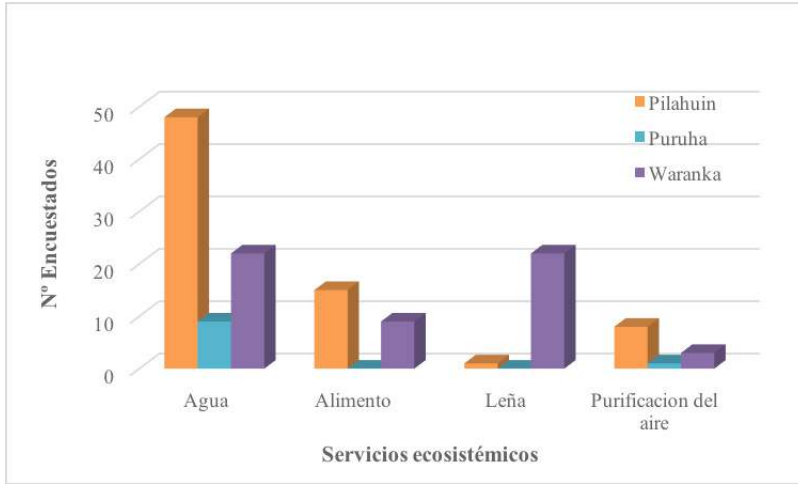


Fig. 2. Identificación de servicios ecosistémicos por grupos étnicos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

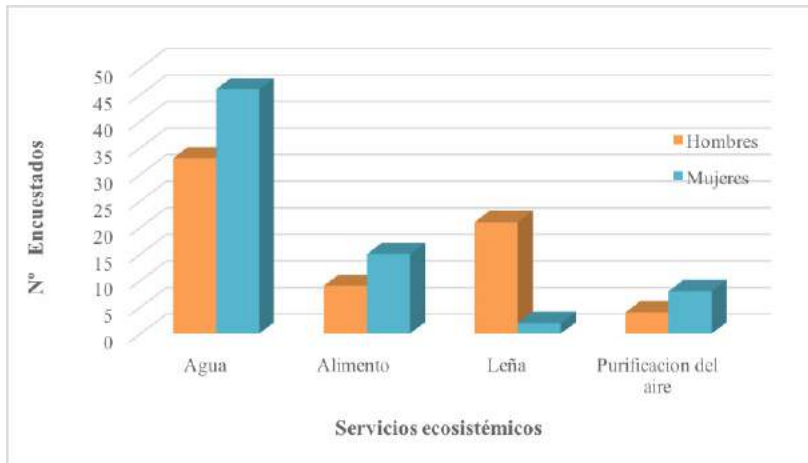


Fig. 3. Identificación de servicios ecosistémicos por género en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

## 4. Discusión

### Importancia de los servicios ecosistémicos para las poblaciones alto-andinas

Las valoraciones y la identificación de los servicios ecosistémicos para los habitantes de la RPFCH como en otros casos de área protegidas es el resultado directo de la relación ser humano-medio ambiente, y de los beneficios obtenidos de los ecosistemas locales (servicios ecosistémicos, 9). Para la población encuestada, la Reserva tiene una gran riqueza de flora y fauna a pesar de que



para el 81% de los entrevistados la vegetación de la reserva ha cambiado considerablemente y algunos servicios ecosistémicos como provisión de agua se han visto disminuidos en los últimos años. Es común considerar a los seres humanos como un factor negativo para la conservación de la biodiversidad (3), sin embargo el conocimiento de las poblaciones locales sumado a programas de educación ambiental permitiría que las estrategias de conservación sean más asertivas y eficaces.

En la RPFCH, para dos de los grupos étnicos analizados: Pilahuines y Warankas el servicio ecosistémico de mayor identificación fue la provisión de agua, como en otros casos el agua es el servicio ecosistémico más importante (6). Los servicios ecosistémicos mayoritariamente identificados por la población de la Reserva fueron aquellos servicios tangibles como la provisión de agua, leña y alimento, otros servicios intangibles como la purificación del aire fueron identificados en menor proporción. No obstante, algunos servicios intangibles como la belleza escénica de los ecosistemas son considerados como un gran potencial turístico. Mostrando de esta manera la predisposición de la población local para el establecimiento de actividades económicas complementarias como el ecoturismo.

Por otra parte, las características socioeconómicas de la población son un factor crucial en el uso de los recursos, en la percepción sobre componentes de la biodiversidad y las valoraciones que otorgan las poblaciones locales a los servicios ecosistémicos como previamente se muestran en la Amazonía ecuatoriana (1), lo que demuestra la importancia de considerar estudios de percepción a nivel local lo que permitiría revelar diferencias importantes de percepción entre los grupos de usuarios de los ecosistemas quienes conviven en el mismo tipo de ecosistema pero hacen uso de forma distinta de los recursos disponibles. En economías de subsistencia los servicios de provisión son los más importantes (7) ya que de estos servicios depende su subsistencia. Combinar la conservación con la subsistencia de las poblaciones locales establecidas en áreas protegidas es un gran desafío, sin embargo estudios como el presente facilitan el entendimiento de la importancia de la biodiversidad y los ecosistemas, proporcionando lineamientos para el establecimiento de medidas más asertivas de conservación.

## 5. Conclusiones

Las áreas protegidas son importantes espacios de conservación de la flora y fauna así como también proporcionan servicios ecosistémicos cruciales para la supervivencia de las poblaciones locales. De ahí la importancia de la conservación de estas áreas no solo por la importancia ecológica sino además para el bienestar humano. El reconocimiento de diferencias entre la población es un factor importante en el establecimiento de medidas de conservación ya que dilucida comportamientos, conocimientos sobre el entorno que rodea a las poblaciones locales poniendo de manifiesto aspectos que deben ser considerados

en las políticas y estrategias de conservación que la garanticen la efectividad de los fondos invertidos en la conservación. No obstante el deterioro de los ecosistemas y de los ecosistémicos a escala global pone en riesgo no solo la permanencia de la biodiversidad sino al ser humano.

## Referencias

1. Caballero-Serrano V., Alday J. G., Amigo J. Caballero D., Carrasco J. C., McLaren B., Onaindia M (2017). Social Perceptions of Biodiversity and Ecosystem Services in the Ecuadorian Amazon. *Hum Ecol* 45:475–486.
2. Cannavos, G. (1998). Probabilidad y Estadística Aplicaciones y métodos. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, SA DE C.V.
3. Castillo A., Magaña A., Pujadas A., Martínez L., and Godínez C. (2005). Understanding the interaction of rural people with ecosystems: A case study in a tropical dry forest of Mexico. *Ecosystems* 8: 630–643.
4. Chávez, R.(2016). Comunidades que cuidan de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.
5. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
6. Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de las áreas protegidas. Suiza: UICN.
7. Higuera D., Martín-López B., and Sánchez-Jabba A. (2013). Social preferences towards ecosystem services provided by cloud forests in the neotropics: implications for conservation strategies. *Regional Environmental Change* 13: 861–872.
8. Iftekhar M. S., and Takama T. (2008). Perceptions of biodiversity, environmental services, and conservation of planted mangroves: a case of study on Nijhum Dwip Island, Bangladesh. *Wetlands Ecology and Management* 16: 119–137.
9. INEC. (2010). Población y demografía. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda>.
10. Martín- López, B., Montes C., Benayas J. (2007). Influence of user characteristics on valuation of ecosystem services in Doñana Natural Protected Area (south-west Spain). *Environmental Conservation* 34 (3): 215–224.
11. Merino. (Junio de 2014). Evaluación de Efectividad de manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Obtenido de [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10257/1/Silva\\_Merino\\_Lida\\_Karina.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10257/1/Silva_Merino_Lida_Karina.pdf)
12. MEA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well being. Island Press, Washington, DC.
13. Ministerio del Ambiente. (1996). Áreas Protegidas. Recuperado el 19 de Octubre de 2017, de [www.ambiente.gob.ec/areas protegidas](http://www.ambiente.gob.ec/areas protegidas)
14. Plan Gerencial RPDFCH. (2016). Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/35+PLAN+DE+MANEJO+CHIMBORAZO.pdf/d116d0db-aefc-477b-8188-f4a627af486d>
15. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (2017). Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Obtenido de Reserva de Producción de Fauna Chimborazo: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec>
16. SNAP. (2015). Reserva de Producción de Fauna Chimborazo: SNAP. Recuperado el 28 de Marzo de 2016, de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/reserva-de>

producci%C3%B3n-faun%C3%ADstica-chimborazo

17. Toledo, V. (Octubre de 2005). Gaceta Ecológica. Obtenido de Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional?: <http://www.redalyc.org/html/539/53907705/>
18. Vargas, L. M. (1994). Redalyc. Obtenido de Sobre el concepto de percepción: <http://www.redalyc.org>
19. Vásquez, S., & Carvajal, C. (2006). Áreas Naturales Protegidas. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/9656/1/10ANPSVERDEOSC.pdf>

# EVALUACIÓN DEL POTENCIAL TURÍSTICO: ESTUDIO DE CASO PARROQUIA GUASUNTOS, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(EVALUATION OF THE TOURISM POTENTIAL: CASE  
STUDY GUASUNTOS PARISH, CANTON ALAUSÍ,  
PROVINCE OF CHIMBORAZO)

Gabriela Estefanía Román Santamaría <sup>(1)</sup> \*, Hernán Darío Centeno Aulla <sup>(2)</sup>,  
Marco Altamirano Balseca <sup>(3)</sup>

- (1) Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH. EC060155.  
(2) Facultad de Informática y Electrónica, ESPOCH. EC060155.  
(3) Facultad de Mecánica, ESPOCH. EC060155.

\*Correspondencia. Tel: 0984807144, E-mail: gaby\_tefany@hotmail.com,  
(GE, Román Santamaría)

## RESUMEN

Se reconoce a Ecuador como un país con gran riqueza natural y cultural, el cual conserva diversidad de especies de flora y fauna en sus cuatro regiones, de esta manera, el turismo es uno de los principales sectores productivos que permite mejorar la economía en los territorios con potencialidad; una de las modalidades es el turismo es el turismo comunitario que se manifiesta como un importante contribuyente a la marca país a través de un creciente interés en la oferta y demanda turística. Este estudio se realizó en la parroquia Guasuntos del cantón Alausí, provincia de Chimborazo. Se identificaron 5 atractivos naturales y 5 culturales respectivamente a través de un inventario turístico aplicando la metodología del Ministerio de Turismo, asimismo se caracterizó la demanda turística a través de un cuestionario de 14 preguntas cerradas de elección única y múltiple que permitieron conocer los gustos y preferencias de los turistas, manifestando que el 90% de turistas nacionales y el 59% de turistas extranjeros desean visitar la parroquia para realizar varias actividades turísticas. En conclusión, la evaluación del potencial turístico del territorio se convierte en el punto de partida a la generación de productos turísticos sostenibles, con el enfoque de mejorar la calidad de vida de la población y convertirse en una alternativa de desarrollo local.

**Palabras claves:** *Turismo, potencial turístico, parroquia Guasuntos, provincia de Chimborazo, atractivos turísticos, demanda turística.*

## ABSTRACT

Ecuador is recognized as a country with great natural and cultural wealth, which preserves diversity of species of flora and fauna in its four regions, in this way, tourism is one of the main productive sectors that allows improving the economy in the territories with potentiality; One of the modalities is tourism, which is community tourism that manifests itself as an important contributor to the country brand through a growing interest in tourism supply and demand. This study was conducted in the Guasuntos parish of the Alausí canton, Chimborazo province. Five

natural and five cultural attractions were identified through a tourism inventory applying the methodology of the Ministry of Tourism. The tourism demand was also characterized through a questionnaire of 14 closed questions of single and multiple choice that allowed to know the tastes and preferences of tourists, stating that 90% of national tourists and 59% of foreign tourists wish to visit the parish to carry out various tourist activities. In conclusion, the assessment of the tourist potential of the territory becomes the starting point for the generation of sustainable tourism products, with the focus of improving the quality of life of the population and becoming an alternative for local development.

**Key words:** *Tourism, tourism potential, Guasuntos parish, Chimborazo province, tourist attractions, tourist demand.*

## 1. Introducción

El desarrollo implica un complejo proceso, cuyo eje central es la sostenibilidad [10] pues la responsabilidad ética con las actuales y futuras generaciones y con el resto de especies es un principio esencial para prefigurar el desarrollo humano [26]. En este sentido, los países en vías de desarrollo ven una oportunidad de desarrollar las tendencias regionales a nivel mundial e inician a ofertar la actividad turística, aprovechando sus atractivos únicos y especiales, que les permite a los turistas vivir experiencias únicas [5] en particular se piensa que el turismo es producto de la modernidad y de la sociedad industrial inserto en la aldea global, compleja, intercomunicada e interdependiente [29] una de las principales industrias generadoras de divisas a nivel mundial, la Organización Mundial de Turismo (OMT) manifiesta que su contribución a la actividad económica es del 5% a nivel mundial [3] y su contribución al empleo entre el 6% y el 7% del número total de empleos directos e indirectos en todo el mundo [21].

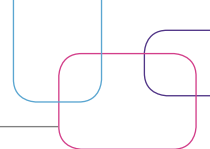
la contribución total del turismo a la economía global fue de 7,2 trillones de dólares lo que equivale al 9,8% del Producto Interno Bruto (PIB) de toda la economía del año 2017, demostrando el crecimiento sustancial de la actividad turística la cual marca claramente el turismo como uno de los fenómenos económicos y sociales más notables del siglo [24]. Se ha constituido en un segmento fundamental del pasatiempo el cual se considera el tiempo libre que se emplea en determinadas actividades u ocupaciones para descansar, recrearse, informarse y formarse [17] aparte de generar dinero, también apoya a la creación de empleos y micro empresas beneficiando desde los grandes hoteles hasta los pequeños artesanos mediante la promoción de los destinos, desarrollando un interés en los turistas para que viajen [1] de este modo, Monreal indica que el turismo no debe ser percibido en sí mismo como una solución a los problemas del subdesarrollo, ni como la fuerza destructiva que ineludiblemente arrasa con la diversidad y la identidad de los pueblos, sino más bien como una alternativa de desarrollo local, es decir, una actividad necesariamente compatible con el medio ambiente y con el medio social en el que se inserta la comunidad [22].

Ecuador se encuentra ubicado en el noreste de América del Sur, es uno de los

12 países megadiversos del mundo en términos de diversidad biológica [31] con ecosistemas y culturas vivas representada en sus 14 nacionalidades y 18 pueblos con costumbres, idiomas y tradiciones múltiples [2]; posee el 11% de la biodiversidad del mundo en un territorio de tan sólo 283.520 km<sup>2</sup>, estas condiciones han permitido el desarrollo de actividades turísticas en todos sus espacios geográficos [8] con variedad de atractivos naturales y culturales [25] bellezas escénicas, diversidad climática, étnica y cultural, entre otros atributos [7] otro factor de privilegio es la ubicación en la zona Neotropical del país lo que genera un clima adecuado que es similar durante todo el año [15] lo cual ha permitido dividir su territorio en cuatro regiones que van desde la Amazonía, volcanes y nevados de los Andes; amplias playas en la Costa y las tan conocidas Islas Galápagos, en la región insular [20]. A pesar de que el turismo existe desde los años 1950, no es hasta hace tres décadas que el sector comienza a consolidarse como una actividad económica y sociocultural de importancia [6] es así que la iniciativa de turismo comunitario nace hace varios años en el Ecuador, a partir de las motivaciones propias de comunidades pioneras de la amazonia y la sierra [14] esta forma de turismo favorece el contacto entre la comunidad local y los visitantes, obteniendo nuevas experiencias [19].

En este contexto, a lo largo de los años se han creado iniciativas que potencien al turismo como una actividad de importancia para la generación de réditos económicos para el país [9] un aspecto en particular es que gracias al turismo aumentado notablemente la inversión en construcciones de infraestructura y edificaciones, genera un mayor nivel de desarrollo en las áreas involucradas, los medios de transporte suelen ser mejorados en cuanto a la calidad y la frecuencia, así como también aumentan las divisas, las tasas de desempleo disminuyen notablemente, generando un mayor bienestar en las comunidades [23] contribuye a la revitalización social de zonas desfavorecidas y al mantenimiento del patrimonio, unida a la demanda creciente de espacios de entretenimiento por parte de una población y a un cúmulo de factores diversos entre ellos el aumento del nivel de vida y de las posibilidades de consumo, mejora y abaratamiento de servicios. Los mismos, sirven para explicar el apoyo creciente que el turismo ha recibido por parte de los gobiernos y administraciones públicas así como el auge que ha experimentado en los últimos años [12] pues los cambios cualitativos de las últimas décadas obligan a pensar en una oferta diferenciada con el fin de adaptarla a los nuevos gustos y demandas de los consumidores [13].

De esta manera, se afirma que el turismo comunitario se convierte en una modalidad del turismo manejada a partir de las comunidades principalmente de la zona rural como un medio de reivindicación y autogestión sobre sus territorios y recursos [28] en el país el turismo ha sido catalogado como una actividad económica prioritaria, declarada Política de Estado [16] es el cuarto sector productivo que contribuye al Producto Interno Bruto (PIB) del país luego de la construcción, agricultura, pesca y la industria manufacturera según el Ministerio de Turismo del Ecuador. La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo por su parte



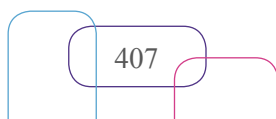
manifiesta que se pretende orientar al turismo hacia la consecución del Buen Vivir de la población estableciendo el respeto a los derechos de la naturaleza y exigiendo mantener los bienes patrimoniales, tangibles e intangibles [4]. Por este motivo, existe una creciente atención por parte del sector público hacia el área, y se han venido desarrollando estrategias de promoción que han aportado una mejora significativa en el posicionamiento del destino pues la mayor ventaja comparativa con la que cuenta el país es su biodiversidad, por ello es fundamental saberla aprovechar de manera adecuada, mediante su conservación y su uso sustentable [4].

Por otra parte, la provincia de Chimborazo cuenta con una ubicación geográfica estratégica en el Ecuador, con una diversidad de expresiones culturales y recursos naturales, caracterizándose por ser un territorio rico en tradiciones, música, danza, creencias y medicina en sus 45 parroquias rurales [30] una de ellas la parroquia Guasuntos, perteneciente al cantón Alausí, posee atractivos de carácter natural, cultural, patrimonio cultural inmaterial tales como: el mirador Dustunshi, Pucará, río Zula, el valle la Moya, la iglesia de Guasuntos, la iglesia Jesús del Gran Poder, la capilla de San Antonio de Cumbilla, la fiesta del patrono San Luis Rey de Francia que se ha convertido en una festividad que dura todo un mes. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue determinar la evaluación del potencial turístico de la parroquia Guasuntos. Los objetivos específicos del estudio fueron identificar los atractivos naturales y culturales potenciales a través de un inventario turístico además de caracterizar la demanda para conocer sus gustos y preferencias para potencializar el desarrollo sostenible de la actividad turística de forma planificada, equilibrada, sostenible y responsable del territorio. La importancia de la presente investigación recae en que la vocación de los territorios se convierte en una herramienta de partida para la formulación de proyectos para el desarrollo de productos turísticos sostenibles [27] pues el desarrollo comunitario según Gómez (2008), se logra mediante la participación activa del pueblo en programas y proyectos que permitan elevar el nivel de vida, eso implica el apoyo indispensable de los gobiernos, para formar un esquema de desarrollo eficaz, viable y equilibrado [18].

## **2. Materiales y Métodos**

### *2.1 Área de estudio*

El presente estudio se llevó a cabo en la parroquia Guasuntos perteneciente al cantón Alausí, provincia de Chimborazo (Fig. 1).





<b>Caracterización del lugar:</b>	
<b>Coordenadas</b>	Proyectadas en UTM Zona 17 S Datum WGS84: <b>X (Longitud):</b> 765155 E <b>Y (Latitud):</b> 9818746 N <b>Altitud:</b> 177 m.s.n.m.
<b>Límites</b>	<b>Norte:</b> Parroquia de Tixán <b>Sur:</b> Parroquia de Pumallacta <b>Este:</b> Comunidad de Nizag <b>Oeste:</b> Parroquia de Achupallas
<b>Características climáticas</b>	<b>Temperatura:</b> 6 - 14° C <b>Precipitación:</b> 0 - 750 mm/año <b>Humedad relativa:</b> 81%
<b>Clasificación ecológica</b>	Arbustal siempre verde montano del norte de los Andes (MAE, 2012).

Tabla 1. Caracterización de la parroquia Guasuntos

Fuente: PDOT Guasuntos, 2015.

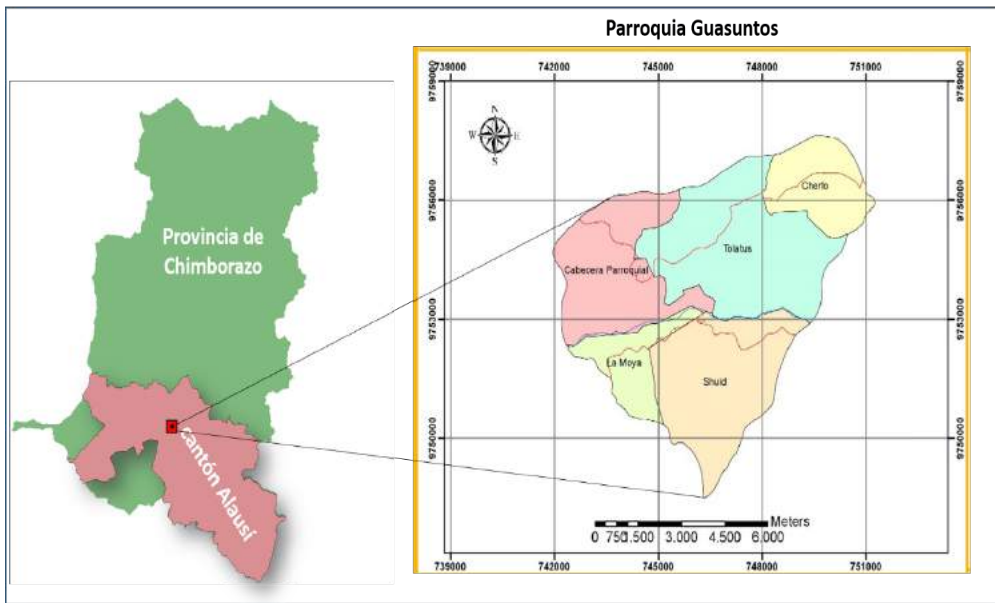
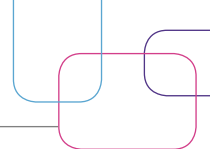


Fig. 1. Mapa de la ubicación geográfica de la parroquia Guasuntos en la provincia de Chimborazo.

La investigación se realizó de la siguiente manera:

## 2.2 Recolección de datos de campo

Para el presente trabajo se aplicaron los métodos y técnicas de la investigación de campo y documental.



## **Inventario turístico**

Revisión de información secundaria en la unidad de turismo Alausí, población local, dirigentes de la parroquia como informantes directos.

Salidas de campo a cada atractivo para validación de información a través de observación directa en la aplicación de fichas de registro MINTUR 2004 para su evaluación y jerarquización.

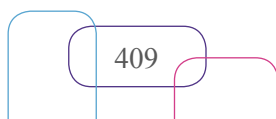
## **Caracterización de la demanda**

El universo de estudio estuvo conformado por el número total de turistas nacionales y extranjeros que visitaron la provincia de Chimborazo haciendo uso del tren hacia el cantón Alausí, que visitaron la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, que visitaron el Parque Nacional Sangay y los que realizaron turismo comunitario, por placer, negocios y otras actividades en el año 2016; que corresponde a 173285 turistas al año 2016 según datos proporcionados por (Ferrocarriles del Ecuador, Ministerio del Ambiente (MAE) y por la Corporación para el Desarrollo del Turismo Comunitario de Chimborazo (CORDTUCH), posteriormente se estableció la muestra de estudio la misma que fue calculada con un error del 8% y con un valor de confianza igual a 1.75, con una probabilidad de ocurrencia y no ocurrencia de 0.5, obteniendo como resultado 120 personas a ser entrevistadas, consecutivamente la muestra se distribuyó de la siguiente forma; el 73% de turistas nacionales y el 27% extranjeros en base a los estratos que forman parte de la población en estudio, que representan 88 y 32 entrevistas respectivamente.

La técnica utilizada para recolectar la información sobre la demanda turística fue la entrevista; mediante un cuestionario conformado por 14 preguntas cerradas de dos tipos: de elección única y de elección múltiple, para lo cual se consideraron variables sociodemográficas, con sus respectivos indicadores como: edad, género, procedencia, ocupación. Por otro lado, las variables psicográficas con sus indicadores como: frecuencia de viaje, estacionalidad, principales servicios demandados, actividades requeridas, formas de pago, entre otros.

## **3. Resultados y Discusión**

El turismo comunitario es un medio para mejorar las economías locales, construir una sociedad más justa, en la que el centro de la acción pública es el ser humano y la vida [27].



### 3.1 Inventario turístico

Nombre	Comunidad	Longitud (X)	Latitud (Y)	Altura	Categoría	Tipo	Subtipo	Jerarquía
Cerro Dustunshi	Cabecera parroquial	743194	9753273	2624	Sitio natural	Montaña	Cordillera	II
Mirador natural Dustunshi	Cabecera parroquial	743180	9753256	2623	Sitio natural	Montaña	Mirador	II
Río Guasuntos	La Moya	743592	9752614	2384	Sitio natural	Ambiente Lacustre	Riachuelo	I
Barranco de Guasuntos	Cabecera parroquial	743469	9752999	2542	Sitio natural	Fenómenos Geológicos	Escape de falla	I
Playa La Moya	La Moya	743533	9751791	2451	Sitio natural	Planicie	Valle	I
Capilla de San Antonio de Cumbilla	La Moya	744122	9751939	2472	Manifestación cultural	Históricas	Militar	II
Iglesia Jesús del Gran Poder	La Moya	743303	9752352	2390	Manifestación cultural	Históricas	Arquitectura religiosa	II
Báculo	Cabecera parroquial	742719	9753327	2555	Manifestación cultural	Relaciones técnicas y científicas	Obras técnicas arquitectura	I
Casas patrimoniales	Cabecera parroquial	743305	9753041	2530	Manifestación cultural	Históricas	Arquitectura civil	I
Zona arqueológica de Cumbilla	La Moya	744074	9751933	2471	Manifestación cultural	Históricas	Zona Arqueológica	I

Tabla 2. Inventario de atractivos turísticos de la parroquia Guasuntos.

Fuente: Inventario turístico validado.

Los atractivos se consideran como el origen de un sistema turístico que territorialmente, el sistema se genera alrededor de estos. Los atractivos pueden ser naturales o culturales y pueden ser jerarquizados de acuerdo a sus características de generar una demanda o de acuerdo a su potencialidad de desarrollo. En este sentido la inventariación de los atractivos turísticos adquiere relevancia, debido que la presencia o ausencia de esta serie de elementos condicionará que sea posible el desarrollo turístico de un territorio. En base a lo expresado anteriormente la parroquia rural Guasuntos posee una riqueza natural y cultural de importancia, debido a sus costumbres y tradiciones religiosas, históricas, agrícolas; además posee lugares como ambientes lacustres, fenómenos geológicos, montañas, planicies, entre otros. Abarcando 5 atractivos naturales, 3 de jerarquía I y 2 de jerarquía II, los cuales son: río Guasuntos que nace de las vertientes de los páramos de Atapo, recibe afluentes del río Achupallas, para luego unirse con el Chanchan y entregar sus aguas al río Guayas el cual desemboca en el océano Pacífico, sus aguas bañan La Playa La Moya; el barranco de Guasuntos con una profundidad de 40m. y una longitud de 50m. posee una forma asimétrica que ha sido moldeada por acción del viento; Playa La Moya con un medio físico denota una imagen tradicional, apta para relajarse, descansar y disfrutar de las actividades junto a las bondades

de la naturaleza; cerro Dustunshi elevación típica de la zona andina la cual gracias a su geografía constituye un mirador natural donde se puede apreciar la belleza natural del entorno y el mirador natural Dustunshi aquí existe un balcón para apreciar el paisaje y donde yace el Santo Corazón de Jesús construido en mármol blanco. De igual manera existen 5 atractivos catalogados manifestaciones culturales, 3 de jerarquía I y 2 de jerarquía II los cuales son: el báculo que es una construcción arquitectónica (espacio público) para disfrute de los lugareños y turistas, consta de dos piscinas de agua fría que se alimentan de una vertiente natural, además posee infraestructura como baños, vestidores y una capilla con la Virgen del Rosario; las casas patrimoniales con fachadas hechas con materiales de la zona como carrizo, paja y adobe, uso de planchas de zinc antiguos que recubren las paredes de las edificaciones, tienen ventanales con balcones y en la plata baja consta de corredores con arcos de medio punto; la Zona arqueológica de Cumbilla donde existen muros de piedra y de tierra con cangagua, carrizo, cal, paja, cruzada con tiras de madera, construidos de una manera concentrada para crear una fortaleza; la capilla de San Antonio de Cumbilla su construcción data en el año 1907, esculpida en piedra labrada, con relieves en los que están presentes valores aborígenes y españoles, escenas del viejo y nuevo testamento y mensajes bíblicos, guarda esculturas de artistas nacionales, españoles e italianos, pinturas de artistas moyeños; y la iglesia Jesús del Gran Poder construida con un estilo romano con arcos de medio punto en sus puertas y ventanas además en su cúpula final se puede observar la cruz latina.

### 3.2 Caracterización de la demanda

Resulta fundamental contar con una detallada caracterización de los visitantes e información respecto de sus intereses, con el objetivo de promover y mejorar la oferta turística y la gestión de los territorios. Pues la caracterización de grupos de consumidores con variables de tipo objetivo (sociodemográficas, geográficas, otras.) facilita la identificación, accesibilidad y cuantificación de los segmentos y, por lo tanto, la aplicación de estrategias de marketing específicas, también influyen en el proceso de la toma de decisiones que tiene lugar en un visitante potencial [11].

	<b>Turistas Nacionales</b>		<b>Turistas Extranjeros</b>	
<b>Género</b>	Femenino	100%	Femenino	100%
	Masculino		Masculino	
<b>Edad</b>	26 - 35 años	33%	26 – 35 años	50%
<b>Procedencia</b>	Riobamba, Ambato, Guayaquil y Cuenca	83%	EEUU, Alemania, Francia	81%
<b>Conoce Guasuntos</b>	Si	64%	No	69%
<b>Visitar Guasuntos</b>	Si	90%	Si	59%
<b>Servicios</b>	Alimentación y guianza	83%	Alimentación y guianza	81%

<b>Actividades</b>	Cabalgata, agroturismo, ciclismo, recorrido en granjas y fotografía turística	83%	Cabalgata, agroturismo, ciclismo, recorrido en granjas y fotografía turística	79%
<b>Alimentación</b>	Típica de la Zona	43%	Típica de la Zona	47%
<b>Temporada de viaje</b>	Julio-Septiembre	40%	Julio-Septiembre	50%
<b>Tiempo de estancia</b>	1 día	69%	1 día	44%
<b>Compañía de viaje</b>	Familia, amigos, pareja	81%	Familia, amigos, pareja	75%
<b>Gasto por día</b>	20-50 dólares	48%	51-70 dólares	59%
<b>Medio de viaje</b>	Sin agencia	52%	Sin agencia	53%
<b>Medio de publicidad</b>	Internet, radio/TV	52%	Internet, radio/TV	53%

Tabla 3. Caracterización de la demanda turística de la parroquia Guasuntos.

Fuente: Encuestas realizadas

### Turistas de origen nacional

Son hombres y mujeres, con un rango de edad entre 26 y 35 años que proceden de las ciudades de Riobamba, Ambato, Guayaquil y Cuenca, que si conocen la parroquia Guasuntos, que si les gustaría visitar la parroquia, les gustaría que existan servicios de alimentación y guianza, les gustaría actividades de cabalgata, agroturismo, ciclismo, recorrido en granjas y fotografía turística, les gustaría consumir alimentación típica de la zona, su temporada de viaje es de Julio-Septiembre, que el tiempo de estancia en la parroquia sería de 1 día, que viajan en familia, amigos y pareja, que pagarían por día entre 20-50 USD, que su medio de viaje es sin agencia, que se informan principalmente por internet, radio y TV.

### Turistas de origen extranjero

Son hombres y mujeres, con un rango de edad entre 26 y 35 años que proceden de los países de EEUU, Alemania, Francia, que no conocen la parroquia Guasuntos, que si les gustaría visitar la parroquia, les gustaría que existan servicios de alimentación y guianza, les gustaría actividades de cabalgata, agroturismo, ciclismo, recorrido en granjas y fotografía turística, les gustaría consumir alimentación típica de la zona, su temporada de viaje es de Julio-Septiembre, que el tiempo de estancia en la parroquia sería de 1 día, que viajan en familia, amigos y pareja, que pagarían por día entre 20-50 USD, que su medio de viaje es sin agencia, que se informan principalmente por internet, radio y TV.

## 4. Conclusiones

Se presentan las siguientes conclusiones en función a los objetivos planteados: En función al inventario de los atractivos naturales y culturales de la parroquia Guasuntos, este territorio cuenta con una riqueza natural y cultural representada en sus 10 atractivos, de los cuales el 50% son manifestaciones culturales, el 50% son sitios naturales, en este sentido se consideran elementos potenciales para el

desarrollo de la actividad turística dentro del territorio, de una manera planificada y organizada.

No obstante, en la caracterización de la demanda turística de la parroquia Guasuntos, se conocieron los gustos y preferencias de los turistas nacionales y extranjeros que visitan los principales puntos de recepción de turistas en la provincia de Chimborazo, lo que nos dio como resultado determinar su perfil, expresando que el 90% de turistas nacionales y el 59% de turistas extranjeros desean visitar la parroquia para realizar varias actividades, acorde a las características del territorio, tales como cabalgata, agroturismo, ciclismo, recorrido en granjas y fotografía turística.

En este sentido, se puede afirmar que la vocación de los territorios son una herramienta efectiva para la realización de actividades económicas alternativas, en este caso el turismo comunitario se convierte en un producto de alto potencial para las áreas rurales del Ecuador, una respuesta a las necesidades de diversificación de destinos.

Se realiza la siguiente recomendación:

Realizar estudios de nuevas tendencias del mercado, con el fin de conocer más a fondo a los clientes, es decir: gustos, preferencias y necesidades; de esta manera se pueden formular productos turísticos comunitarios en función al mercado, y enmarcados en las características del territorio, de carácter innovador.

### **Agradecimientos**

Se agradece a las autoridades de la parroquia rural Guasuntos, quienes permitieron la realización de la presente investigación permitiendo recabar información necesaria para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

### **Conflicto de intereses**

Se puede manifestar que no existen conflictos de interés particular por parte de ninguno de los autores, en el desarrollo de la presente investigación, por lo tanto, los resultados obtenidos en el mismo no se verán afectados de manera directa ni indirecta.

### **Referencias**

1. OMT. Organización Mundial de Turismo (2010). Turismo: glosario básico. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://media.unwto.org/es/content/entender-el-turismo-glosario-básico>.
2. CODENPE. Consejo de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador. (2012). Nacionalidades y pueblos del Ecuador. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.codenpe.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=125&catid=96](http://www.codenpe.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=125&catid=96).

3. OMT. Organización Mundial de Turismo. (2012). Turismo mundial. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <https://pub.unwto.org/WebRoot/Store/Shops/Infoshop/Products/1128/9284402697.pdf>
4. SENPLADES. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2013). Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir. 2013-2017 Resolución 2 Registro Oficial Suplemento 78 de 11-sep-2013 Estado. (2013- 2017) Pp. 520.
5. Bercial, R. & Timón, D. (2005). Nuevas tendencias en el desarrollo de destinos turísticos: marcos conceptuales y operativos para su planificación y gestión. Cuadernos de turismo, (15): p. 27-44.
6. Caiza, R. & Molina, E. (2012). Análisis histórico de la evolución del turismo en territorio ecuatoriano. RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir, (4): p. 6-24.
7. Calles, J. (2014). El Turismo en Ecuador. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/politica/presidente-correa-dice-que-ecuador.htm>.
8. Castillo, D., Flores, C., Zurita, M & Román, G. (2015). Turismo rural comunitario un medio para la acción pública para el ser humano y la vida. Estudio de caso: producto turístico rural comunitario, Pistishi-nariz del diablo, en Ecuador. European Scientific Journal, ESJ. **11**(14).
9. Chávez, E. & Pérez, N. (2009). Estudios y perspectivas en turismo. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-17322009000200008](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17322009000200008).
10. CODESPA. (2011). Modelo de Gestión del Turismo Rural Comunitario: Una Experiencia Regional Andina. Lima-Perú. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.bibliotecavirtual.info/wp-content/uploads/2013/02/modelo-gestion-turismo-rural-comunitario-codespa.pdf>.
11. Collado, A., Navarro, D., Talaya, E., & Sánchez, E. (2007). Segmentación de la demanda turística: un análisis aplicado a un destino de turismo cultural. Revista de análisis turístico, (4).
12. Cruz, G. (2006). Turismo cultural, turismo religioso y peregrinaciones en Navarra. Las Javieras como caso de estudio. Cuadernos de Turismo, (18), 103-134.
13. Cuenca, M. (2001). Perspectivas de nuevos hábitos en ocio y turismo, en Congrès de Turisme de Catalunya, Tarragona. Pp. 59-77.
14. De la Cruz, D. (2007). El turismo comunitario como alternativa para combatir la pobreza: el caso de la Federación Plurinacional de Turismo Comunitario del Ecuador. Mujeres indígenas, territorialidad y biodiversidad en el contexto latinoamericano. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Astrid\\_Ulloa/publication/305653675\\_Mujeres\\_indigenas\\_territorialidad\\_y\\_biodiversidad\\_en\\_el\\_contexto\\_latinoamericano/links/579909b008ae33e89fb0c337/Mujeres-indigenas-territorialidad-y-biodiversidad-en-el-contexto-latinoamericano.pdf#page=214](https://www.researchgate.net/profile/Astrid_Ulloa/publication/305653675_Mujeres_indigenas_territorialidad_y_biodiversidad_en_el_contexto_latinoamericano/links/579909b008ae33e89fb0c337/Mujeres-indigenas-territorialidad-y-biodiversidad-en-el-contexto-latinoamericano.pdf#page=214).
15. Diaz, J. (2015). Caracterización de Bofedales como hábitat vital de las vicuñas de la RPFCH. Universidad San Francisco de Quito. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <file:///C:/Users/jamilton/Desktop/Informacion%20Bofedales/tesis%20bofedales.pdf>.
16. Durban, R. (2015). Turismo Ecuador. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/04/27/nota/4818656/ecuador-ingreso-consejo-global-turismo-sostenible>.
17. Gil, A. (2003). La evaluación del medio para la práctica de actividades turístico-deportivas en la naturaleza. Cuadernos de turismo. p. 131-150.
18. Gómez, E. (2008). Geopolítica del desarrollo comunitario: reflexiones para trabajo social.
19. Guzmán, T. & Cañazares, S. (2009). Turismo comunitario y generación de riqueza en países en vías de desarrollo. Un estudio de caso en El Salvador. REVESCO: revista de estudios cooperativos. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <https://search.proquest.com/>



- openview/a34336ad884a86d7dc5d6ae3a92cf5c4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=54853.
20. Jiménez, E. (2009). Análisis sectorial de turismo, características del sector ecuatoriano. Pro Ecuador, Instituto de promoción de exportación e inversiones. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/12/PROEC\\_AS2012\\_TURISMO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/12/PROEC_AS2012_TURISMO.pdf)
  21. Machado, E. & Hernández, Y. (2008). Del turismo contemplativo al turismo activo. El periplo sustentable. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193415512005>
  22. Monreal, P. (2002). El turismo como industria cultural. Hacia una nueva estrategia de desarrollo turístico en América Latina y el Caribe. *Patrimonio Cultural y Turismo. Cuadernos*. 3: p. 213-236.
  23. Muñoz, A. & González, M. (2015). Colaboración y gobernanza para el desarrollo turístico. Aranjuez como estudio de caso. *Cuadernos de Turismo*, (35), 311-334.
  24. Porto, M. (2004). Políticas de empleo en la planificación turística local de Ecuador: herramientas para su formulación (Vol. 69). United Nations Publications.
  25. Prieto, F. (2011). Turismo rural comunitario como alternativa de reducción de la pobreza rural en Centroamérica.
  26. Rivadeneira, G. (2013). Sociedad ideal. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.ecuadorinmediato.com:8080/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=197645&umt=discurso\\_presidenta\\_asamblea\\_gabriela\\_rivadeneira](http://www.ecuadorinmediato.com:8080/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=197645&umt=discurso_presidenta_asamblea_gabriela_rivadeneira).
  27. Román, G., Zurita, M., Fonseca, G., Castillo, D., & Quevedo, L. (2017). La Potencialidad Turística En Los Proyectos De Turismo Rural Comunitario. *European Scientific Journal, ESJ*. [cited 13 20]; [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n20p219>.
  28. Ruiz, E., Hernández, M., Coca, A., Cantero, P., & Campo, A. (2008). Turismo comunitario en Ecuador. Comprendiendo el community-based tourism desde la comunidad. Pasos. *Revista de turismo y patrimonio cultural*. [cited 6 3]; [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.pasosonline.org/Publicados/6308/PS0308\\_2.pdf?origin=publi](http://www.pasosonline.org/Publicados/6308/PS0308_2.pdf?origin=publi).
  29. Santana, A. (1997). Antropología y turismo: ¿nuevas hordas, viejas culturas. *Reis. Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 223-225.
  30. Torres, A. (2010). Provincias populares e identidades colectivas. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.crespial.org/new/public\\_files/pci-ecuador.pdf](http://www.crespial.org/new/public_files/pci-ecuador.pdf).
  31. Vallejo, M. (2016). Congreso INT. [Internet]. [citado 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://cima.umetmachala.edu.ec/index.php/kunena-2016-02-29/conferencia-biodiversidad/5-escuela-de-derecho-umet-sede-machala?limitstart=0>.

## EL TOCTE, UNA FUENTE DE SURFACTANTES. CASO DE ESTUDIO.

(THE TOCTE, A SOURCE OF SURFACTANTS. CASE STUDY)

Iraida Maritza Gavilanez Alvarez <sup>(1)\*</sup>

(1) Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Recursos Naturales,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo EC060155.

\*Correspondencia. Tel.: 0984016781, e-mail: igavilanez@esPOCH.edu.ec (M, Gavilánez)

### RESUMEN

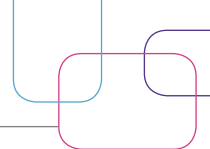
La presente investigación se enmarca en documentar aspectos de suma importancia respecto a la presencia de surfactantes en el género *Juglans* perteneciente a la familia Juglandaceae, los mismos que podrán ser aplicados posteriormente en varios campos. Los surfactantes o activadores de superficie pueden ser utilizados para facilitar algunas operaciones como mezclado, extracción, humidificación, emulsificación, dispersión y solubilización dentro de diferentes procesos. La aplicación de técnicas adecuadas para la extracción de surfactantes a partir del tocte es importante puesto que al ser una especie vegetal correspondiente a las plantas oleaginosas permitieron obtener un aceite rico en compuestos orgánicos entre ellos ácidos grasos; la técnica empleada para el efecto fue la extracción mediante equipo soxhlet, cromatografía en columna, destilación y cromatografía de gases para determinar la composición del aceite obtenido como tal. Como resultado se obtuvo la presencia de linoleato de sodio. El análisis realizado permite concluir que por sus características se trata de un surfactante.

**Palabras claves:** *Tocte, surfactante, soxhlet, destilación, cromatografía.*

### ABSTRACT

The present investigation is framed in documenting aspects of great importance with respect to the presence of surfactants in the *Juglans* genus belonging to the Juglandaceae family, which may be applied later in several fields. Surfactants or surface activators can be used to facilitate some operations such as mixing, extraction, humidification, emulsification, dispersion and solubilization within different processes. The application of appropriate techniques for the extraction of surfactants from the tocte is important since being a plant species corresponding to oil plants allowed to obtain an oil rich in organic compounds including fatty acids; The technique used for the effect was the extraction by means of soxhlet equipment, column chromatography, distillation and gas chromatography to determine the composition of the oil obtained as such. As a result, the presence of sodium linoleate was obtained. The analysis made allows us to conclude that due to its characteristics it is a surfactant.

**Key words:** *Tocte, surfactant, soxhlet, distillation, chromatography.*



## 1. Introducción

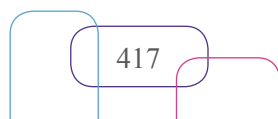
El presente artículo genera una óptica sobre la presencia de surfactantes en uno de los géneros de la familia Juglandaceae, dichos surfactantes pueden presentar diversas aplicaciones por sus características, para lo cual se menciona una de las técnicas para extraer el aceite del Tocte (*Juglans Neotropica Diels*) para caracterizarlo mediante la técnica de la cromatografía de gases y poder establecer la presencia de linoleato de sodio (surfactante), el cual constituye una sal de sodio obtenida por saponificación. El objetivo de la presente investigación es determinar mediante un caso de estudio la presencia de surfactantes a partir del Tocte, una especie de origen vegetal rica en ácidos grasos.

El nogal (*Juglans neotrópica Diels*) es una especie que pertenece a uno de los 7 géneros (1) y 60 especies, distribuidas ampliamente en el hemisferio Norte templado, con algunos pocos géneros en Suramérica y el Pacífico (2) de la familia Juglandaceae, dicha especie es nativa del medio Oriente, pero el Ecuador al tener la presencia de la cordillera de los Andes, hace que esta especie se adapte con facilidad al callejón interandino, brindando en ella múltiples usos como; maderera, alimenticia, medicinal, tintórea entre otros (3).

Se considera el nogal como un árbol monoico que alcanza alturas de 20 a 30 metros (aunque se han encontrado individuos de hasta de 40 m.) y unos diámetros frecuentes de 40 a 60 cm (4). El fruto es una drupa globosa de exocarpio carnoso y fibroso, que al madurar libera el endocarpio leñoso que contiene el embrión, el cual es la parte comestible de la nuez (5). El nogal es uno de los árboles de frutas comestibles más antiguo del mundo, su nuez ha sido consumida desde hace siglos (6). Presenta una buena proporción de lípidos como lo indica la Tabla 1.

Nombre Común	% de aceite	Características
Maíz	14,4	Aceite amarillo o amarillo claro.
Corozo	62,8	Grasa sólida, blanco o ligeramente amarillento.
Almendra	45,2	Grasa semifluida, amarilla.
Pulpa aguacate	28,1	Grasa semifluida, amarillo verdoso.
Cacao	55,1	Grasa sólida, blanco amarillento.
Coco	60,3	Grasa semifluida, blanco amarillento.
Nogal	76,5	Aceite color blanco amarillento.
Durazno	33,2	Aceite amarillo claro, aromático.
Maní	48,8	Aceite denso, amarillo.
Jocote marañón	47,9	Aceite color amarillo pálido.
Aceituno	58,3	Grasa sólida, blanco verdosa, aromática.
Cerezo	36,5	Aceite amarillo, aromático.
Zapote	50,6	Grasa blanca, consistencia de vaselina.
Girasol	32,7	Aceite color amarillo verdoso.

Tabla 1. Contenido de Lípidos en diferentes semillas (7) (Aguilar, 1966)



Los aceites vegetales están compuestos por lípidos, es decir que se encuentran ácidos grasos de diferentes tipos. La proporción de estos ácidos grasos y sus diferentes características, son las que confieren las diferentes propiedades a los diferentes aceites vegetales existentes (8).

Los ácidos grasos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y debido a la elevada actividad interfacial que estos presentan son ampliamente utilizados en diferentes campos, a nivel doméstico e industrial (9).

Los surfactantes son agentes químicos “activos de superficie” (su nombre es un acrónimo inglés: **surfactant**, de Surface, superficie; **active**, activo, y **-ant**, ante); cuando los surfactantes se disuelven en agua se concentran en interfases, como agua-aire o agua-aceite, y ahí ejercen diversas funciones como: humedecer, emulsificar, dispersar y solubilizar; favorecen o impiden la formación de espuma; son antiestáticos y lubricantes; también dan brillo y afectan a ciertas propiedades reológicas (10), son compuestos orgánicos anfílicos (11) que en medios acuosos migran hacia las superficies acuosas para que su componente hidrosoluble permanezca en la fase acuosa y el hidrófobo quede fuera de esa fase. Esta organización y agregación de las moléculas de surfactante en las interfases agua-aire o agua-aceite afecta a las propiedades de estas superficies (10).

Los surfactantes son sustancias cuyas moléculas poseen a la vez un **grupo polar** y un **grupo apolar**. El grupo polar es aquel grupo funcional en el cual están presentes heteroátomos como el O, S, N o P, entre los grupos polares más comunes se encuentran el sulfonato, fosfato, sulfato, carboxilatos, amonio (11).

Este tipo de compuestos reducen la tensión superficial del agua, lo que permite que esta se pueda extender y humedecer distintos tipos de superficies, algo muy útil en el proceso de lavado. Para lavar se añade surfactantes, jabones o detergentes, porque el agua sola no elimina la suciedad de las prendas. La parte hidrófoba de las moléculas de jabón y detergente es atraída por los componentes grasos de la suciedad de la prenda, mientras que su parte hidrófila interacciona con el agua; estas fuerzas opuestas hacen que esta suciedad se desprenda de la ropa y pase al medio acuoso quedando incorporada en el interior de las micelas que forman los componentes anfílicos de los surfactantes. Se origina entonces una emulsión de grasa/aceite en agua y con el aclarado esa emulsión, con la suciedad incorporada, se elimina (12).

Una **Superficie** es el límite entre una fase condensada y una fase gaseosa e **Interfase** al límite entre dos fases condensadas (13). De acuerdo a la ionización del grupo polar en solución acuosa se los puede clasificar en dos tipos: Surfactantes iónicos y no iónicos. Dentro de los iónicos se encuentra los aniónicos dentro de este grupo se encuentran los detergentes sintéticos (como los alquil benceno sulfonatos), los jabones (sales de sodio de ácidos grasos), los agentes espumantes como el lauril sulfato, los humectantes del tipo sulfosuccinato, los dispersantes

del tipo lignosulfonatos, entre otros. Son los más utilizados a nivel industrial (14). La producción de este tipo de surfactantes aniónicos representa alrededor del 55% de los surfactantes producidos anualmente en el mundo (15).

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Recolección de la materia prima

El principal objetivo de la recolección de materia prima es la obtención de una porción lo suficientemente representativa para poder realizar los análisis correspondientes para obtener compuestos tensoactivos a partir del aceite de tocte. Los frutos se los debe recolectar una vez que han alcanzado su madurez, la misma que está determinada a través de la observación de los cambios de coloración del fruto de verde rojizo a verde amarillento, otro de los indicativos de maduración es cuando los frutos precipitan de los árboles al suelo, los mismos que una vez recolectados deben colocarse en un lugar donde les pueda llegar la luz solar de manera que la corteza se va secando y cambiando de coloración a café oscura negruzca y arrugada por la descomposición de su capa externa (pericarpio).

### 2.2 Extracción de la semilla de tocte (*Juglans neotropica diels*)

El pericarpio debe ser retirado para poder manipular el tocte y sacar el fruto de la corteza o nuez la cual es muy dura, esto se logra rompiéndolo manualmente con una piedra o martillo y así obtener la semilla comestible como se muestra en la Fig. 1.



Fig. 1. Extracción de la semilla del Tocte (*Juglans neotropica*) (16) (Gavilanez. M. ,2018).

### 2.3 Molienda de la muestra de tocte

Consiste en reducir el tamaño de la muestra para reducir su área de contacto tratando de que no se fragmente la muestra en estudio y así evitar la pérdida de aceite. Para lo cual se partió de 2,4Kg de tocte el mismo que fue llevado a la estufa para eliminar la cantidad de agua presente en el mismo a 80oC durante 48 horas obteniendo 1,71Kg de muestra de tocte seco.

## 2.4 Extracción del aceite de tocte mediante el equipo soxhlet



Fig. 2. Tocte seco para realizar extracción con equipo Soxhlet (16) (Gavilanez. M., 2018).

Para lo cual se partieron de 12,81g de tocte seco (Fig. 2), se adicionaron 50ml de n-hexano debido a que en este disolvente el aceite de tocte es totalmente soluble, en razón de que la extracción por solventes se utiliza para las semillas oleaginosas (9). dejándolo en reposo por 8 horas para luego separar el sobrenadante el cual contiene la muestra en estudio, la misma que fue llevada a una columna cromatográfica sobre sílica gel. La cromatografía es una técnica que permite separar los constituyentes de una mezcla que poseen diferentes polaridades, a través de la distribución desigual de las especies químicas entre dos fases: El adsorbente, o fase estacionaria, que por lo general consiste en un sólido polar como el gel de sílice, o la alúmina, y el eluyente o fase móvil, que consiste en un solvente o mezcla de solventes de diferentes polaridades (17).

Al producto obtenido de la cromatografía en columna se le sometió al proceso de destilación para obtener el aceite que posteriormente fue caracterizado mediante la cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas y establecer el tipo de sustancias orgánicas que se encontraban presentes en el mismo.

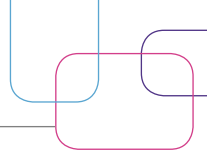
## 3. Resultados y Discusión

### Determinación de la masa para extracción con soxhlet:

- Peso de dedal del soxhlet = 3,97g
- Peso de dedal + muestra de tocte seco = 16,83g
- Peso tocte seco =  $16,83\text{g} - 3,97\text{g} = 12,86\text{g} = \mathbf{0,01286\text{ Kg}}$

### Determinación del rendimiento de la extracción por Soxhlet:

- Peso de núcleos de ebullición = 1,99g
- Peso balón del soxhlet + material a evaporar + núcleos de eb. = 129,23g
- Peso balón del soxhlet + aceite luego de evaporar el hexano + núcleos de eb. = 98.57g
- Balón con aceite evaporado – peso de los núcleos de ebullición:



- $98.57g - 1,99g = 96,58g$  peso del balón más aceite obtenido mediante extracción con soxhlet.

Para determinar la cantidad de aceite obtenido se lo deja en la estufa para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Peso del vaso vacío en el cual se depositó el aceite del balón del equipo soxhlet para colocarlo en la estufa y eliminar completamente el solvente: 32,35g.

El aceite extraído mediante soxhlet se colocó en el vaso y se adicionó en el balón hexano con el cual se lavó el balón para recuperar el material extraído que pudo quedar adherido en las paredes de este y luego se llevó a la estufa para la eliminación del solvente por un lapso de 2 días a 80° C, obteniendo:

- Peso del vaso + aceite = 39,66g
- Peso del aceite extraído =  $39,66g - 32,35g = 7,31g = 0,00731 Kg$

Se procede a determinar el porcentaje de rendimiento por extracción con soxhlet mediante el uso de la Ecuación 1, así:

$$\text{Rendimiento de la Extracción} = \frac{\text{masa de aceite}}{\text{material vegetal total empleado}} * 100$$

$$\text{Rendimiento de la Extracción} = \frac{0,00731Kg}{0,01286Kg} * 100$$

$$\text{Rendimiento de la Extracción} = 56,84 \%$$

El aceite obtenido fue sometido a cromatografía de gases para determinar la composición del mismo como lo muestran la Fig. 3, Tabla 2.

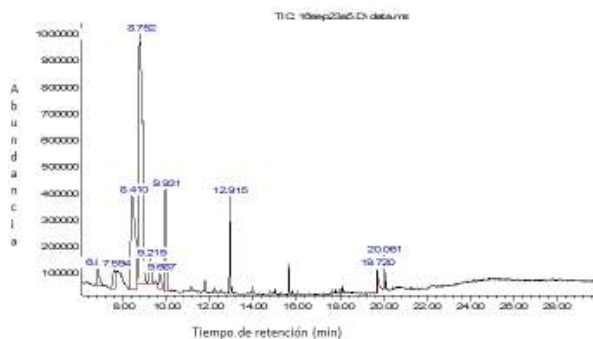
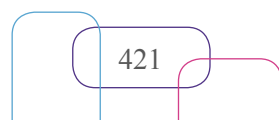


Fig.3. Cromatograma GC-ME del aceite de Tocte extraído por soxhlet con n-hexano





Componentes	TR (min)	% (p/p) en la muestra inicial
Penten-3-ol	6.829	2.38
Hexen-3-ol	7.594	2.45
2E,4E-Decadienal	8.410	21.67
2E,4E-Undecadienal	8.752	53.28
Tetradecano	9.931	8.30
Hexadecano	12.915	4.15
Linoleato de metilo	19.72	2.32

Tabla 2. Composición química del aceite de Tocte extraído por soxhlet

Al aceite obtenido se lo saponifico obteniendo como resultado la presencia de linoleato de metilo (sal de sodio del ácido graso) la cual es pequeña como lo indica la tabla 2, lo cual puede deberse al poco tiempo que se mantuvo el tocte en el solvente antes de la extracción. La selección de n-hexano como solvente obedece al hecho que el aceite de Tocte, al igual que otros aceites de nuez, es totalmente soluble en este medio, lo cual asegura la extracción de los constituyentes orgánicos presentes en el aceite, en especial aquellos considerados saponificables y por tanto los de mayor interés para la presente investigación, como los ácidos grasos.

De acuerdo a la GC-ME se verifica que los compuestos orgánicos presentes en el aceite de Tocte extraídos por soxhlet forman parte de una variedad de familias orgánicas, como son los alquenos, parafinas lineales, y ácidos grasos.

#### 4. Conclusiones

Se concluye que el aceite obtenido mediante extracción por soxhlet presentó surfactantes por sus características tal como lo muestra el Cromatograma de Gases acoplado con la Espectrometría de Masas.

Se concluye a través del resultado que existe un bajo contenido de material saponificable presente en el aceite extraído.

A pesar de la baja proporción de ácidos grasos en el aceite estudiado la presencia del linoleato del metilo indica que el aceite de tocte es una potencial fuente de agentes surfactantes.

El rendimiento de extracción de aceite de tocte mediante soxhlet fue de 56,84%.

#### Agradecimientos

Agradecimiento especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Universidad de los Andes ULA, por la oportunidad de la formación profesional y permitir el desarrollo del presente trabajo de investigación a través del Convenio establecido entre las 2 universidades.

## Conflicto de intereses

No existen intereses particulares por parte del autor que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

## Referencias

1. Stone, D. E., & Broome, C. (2011). Biblioteca OET: S130. Biblioteca OET: NBINA-14995. In Juglandaceae A. Rich. ex Kunth. (pp. 1-35). [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=002477>. [Consultada el 15/03/2017].
2. C; Daza, A. Pennington, T. D.; Reynel. 2004. Illustrated guide to the trees of Peru. Sherbome, Dorset: David Hunt. 90-91 p.
3. RATERA, E. y Ratera, M. 1980. Plantas empleadas en medicina popular. [en línea]Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur. S. A. Buenos Aires. Argentina, 189 [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/Q13-08-naom.pdf>
4. Vargas, E. P. (2012). Juglans neotropica Diels. Xilema, 25(1), 95-96.
5. LEMUS, Gamliel. 2004. EL nogal en Chile. 94, 104 p. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA. [en línea][fecha de consulta 22 Octubre 2011] Disponible en: [http://www.in-dap.gob.cl/Docs/Documentos/Fruticultura/Nogal/Cultivo%20del%20Nogal%20\(INIA\).pdf](http://www.in-dap.gob.cl/Docs/Documentos/Fruticultura/Nogal/Cultivo%20del%20Nogal%20(INIA).pdf)
6. CHILENUT, 2008. Beneficios de la Nuez [En línea] [consulta 10 Septiembre 2011]
7. Aguilar, J. (1966). Relacion de unos aspectos de la flora util de Guatemala. Guatemala.
8. Botanical-Online. (n.d.). Aceites Vegetales. [Documento en Línea]. Disponible en: [http://www.botanical-online.com/aceites\\_vegetales.htm](http://www.botanical-online.com/aceites_vegetales.htm) [Consultada el 20/05/2016].
9. CLEMENTE J., PHILLIP M., FEDORAK P. Chemosphere 60: 585-600. 2005.
10. Carrero, I., & Herraes, A. (2016). Biomodel. El Mundo de los Lípidos. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://biomodel.uah.es/model2/lip/surfactantes.htm>. [Consultada el 16/08/2016].
11. Salager, J. (1987). Fenomenos interfaciales en dispersiones polifasicas y medios porosos. Retrieved from Laboratorio FIRP escuela de Ingenieria Quimica. Universidad de los Andes Venezuela.: [Documento en Línea]. Disponible en: <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q+=FENOMENOS+INTERFACIALES+en+DISPERSIONES+POLIFASICAS+y+MEDIOS+POROSOS+de+autor+Jean+Louis+Salager&btnG=&lr=>. [Consultada el 25/10/2016].
12. Carrero, I., & Herraes, A. (2016). Biomodel. El Mundo de los Lípidos. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://biomodel.uah.es/model2/lip/surfactantes.htm>. [Consultada el 16/08/2016].
13. Salager, J. L., & Rojas, O. (1991). Fenomenos Interfaciales en el destintado de papel de desperdicio. Modulo de enseñanza en Fenomenos Interfaciales. Universidad de los Andes. Escuela de Ingenieria Quimica. [Documento en Línea]. Disponible en: [https://scholar.google.es/scholar?q=Salager%2CJ.+1991%29&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0%2C5](https://scholar.google.es/scholar?q=Salager%2CJ.+1991%29&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5). [Consultada el 10/01/2017].
14. Salager, J. L., & Fernandez, A. (2004). Surfactantes. Cuaderno FIRP,300,07-13. [Documento en Línea]. Disponible en: <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=Los+surfactantes+ani%C3%B3nicos.+Son+aquellos+que+en+disoluci%C3%B3n+acuosa++se+disocian+en+un+ani%C3%B3n+anf%C3%ADfilo+y+un+cati%C3%B3n%2C+el+cual+por+lo+general+es+un+metal+alcalino+o+un+amonio+cuaternario.+&bt>. [Consultada el 10/01/2017].

15. Cortez, A. (2016). Evaluacion fisico quimica de nuevos poliestres como agentes antiespumantes en aceies crudos mexicanos. [Documento en Línea]. Disponible en: <https://scholar.google.es/scholar?q=Los+surfactantes+ani%C3%B3nicos.-+Son+aquellos+que+en+disoluci%C3%B3n+acuosa++se+disocian+en+un+ani%C3%B3n+anf%C3%ADfilo+y+un+cati%C3%B3n%2C+el+cual+por+lo+general+es+un+metal+alcalino+o+un+amonio+cuaternario.+Dentro+de>. [Consultada el 16/08/2016].
16. GAVILANEZ, Maritza.2018. Docente del área de Química de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH.
17. Dean, J. A., Merritt, L. L., Settle, F. A., & Willard, H. H. (1990). Métodos instrumentales de análisis. Compañía Editorial Continental,.

# UNA VISIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE PAPA NATIVA (*Solanum SP. L*) EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(A VISION OF AGROBIODIVERSITY PAPA'S NATIVE (*SOLANUM SP. L*) IN THE PROVINCE OF CHIMBORAZO)

X. Mera Chunes<sup>(1)\*</sup>, E. Pallo<sup>(1)</sup>, M. Vivar<sup>(1)</sup>, V. Tene<sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Recursos Naturales Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\* Correspondencia: 032998200 ext. 245 -278, gonzalo.mera@esPOCH.edu.ec, (X. Mera)

## RESUMEN

Con el propósito de prospectar la agrobiodiversidad nativa de papa (*Solanum spp.*) en la sierra andina del Ecuador; se realizaron 6 grupos focales en 3 comunidades de la parroquia Flores, en la provincia de Chimborazo. Se entrevistaron a líderes y mujeres en grupos separados para conocer las variedades nativas de papa que ellos conocen, siembran y comercializan, además de las formas que usan para conservarlas y la manera en las que estas son consumidas. Los resultados mostraron en la zona un total de 41 variedades de papa reconocidas; de las cuales 17 son nativas presentes, 13 nativas ausentes y 11 mejoradas. La diversidad de variedades presentes, está influenciada por las formas de conservación, los usos y el destino de la producción. El reciclaje de semilla es la forma más común para mantener los recursos genéticos; donde se detectaron varias formas de almacenamiento, características de cada sitio y condición familiar. La producción es destinada generalmente al autoconsumo familiar mientras que sólo una pequeña fracción está destinada al mercado y un importante 25% se destina a semilla. Los principales usos de la agrobiodiversidad están relacionados con la alimentación humana; además de la alimentación animal y la conservación genética del material.

**Palabras clave:** *Agrobiodiversidad, papas nativas, variedades, conservación, flujos de semilla, grupo focal.*

## ABSTRACT

With the purpose of prospecting the native agrobiodiversity of potato (*Solanum spp.*) In the Andean highlands of Ecuador; 6 focus groups were carried out in 3 communities of the Flores parish, in the province of Chimborazo. Leaders and women were interviewed in separate groups to learn about the native potato varieties they know, plant and market, as well as the ways they use to conserve them and the way in which they are consumed. The results showed a total of 41 recognized potato varieties in the area; of which 17 are native present, 13 are absent and 11 are improved. The variety of varieties present is influenced by the forms of conservation, uses and destination of production. Seed recycling is the most common way to maintain genetic resources; where various storage forms, characteristics of each site and family condition were detected. The production is generally intended for family consumption while only a small fraction is destined for the market and an important 25% goes to seed. The main uses of agrobiodiversity are related to human nutrition; in addition to animal feed and the genetic conservation of the material.

**Key words:** *Agrobiodiversity, native potatoes, varieties, conservation, seed flows, focus group.*

## 1. Introducción

En los últimos años, varios artículos advierten la importante pérdida de agrobiodiversidad en el mundo. La erosión genética de variedades nativas es uno de los impactos de la agricultura moderna, además de otros asociados a la expansión del monocultivo (FAO, 2003). Numerosas variedades nativas, ecotipos, razas locales, adaptadas a agroecosistemas con amplia variabilidad natural y condiciones específicas de ambiente, dejaron de estar disponibles y fueron reemplazadas por variedades mejoradas (Sarandón, 2014). La introducción generalizada de variedades mejoradas -comúnmente superiores en productividad y competitividad en el mercado- aporta continuamente al desplazamiento de variedades nativas, comprometiendo su conservación (Mera, 2014) a lo que se suman los efectos del cambio climático y la desvalorización de la sociedad moderna (Altieri, 2002). A pesar de ello en la zona andina del Ecuador, cientos de variedades nativas resistieron el impacto de la revolución verde exiliándose en las laderas y en terrenos marginales, pero cada día su área cultivada se ha ido reduciendo e incluso algunas variedades se han perdido (Acuña, Angulo, Montenegro, & Monteros, 2010). Se estima que en Ecuador existen alrededor de 350 variedades nativas, cultivadas sobre los 3000 m de altitud, valoradas por diversas propiedades organolépticas y de adaptación a condiciones de ambiente y cultura andina (Monteros y Reinoso, 2011). Aproximadamente 20 variedades nativas tienen presencia comercial en mercados de la sierra central del país, teniendo entre estas a las variedades: “Yema de Huevo”, “Bolona”, “Uvilla”, “Leona Negra”, “Leona Blanca”, entre otras (Andrade, 1998; Pumisacho y Sherwood, 2002; Monteros, Cuesta, Jiménez y López, 2005). Pero también se reportan variedades nativas no comerciales que siguen siendo mantenidas en manos de campesinos, sobre todo en zonas marginales donde el clima frío y las sequías no han podido desplazarlas, entre ellas tenemos a “Chiwila”, “Dolores”, “Cóndor”, “Oropiña”, “Tushpa”; nuevamente son las propiedades organolépticas, sus formas exóticas y colores llamativos causa de alta valoración (Carrera, et al 2016). Muerte, hambruna y migración han sido las históricas advertencias que nos ha hecho el pasado sobre la necesidad de mantener la diversidad genética de la papa y de otros alimentos básicos. (FAO, 2008). Los intentos de mejorar la productividad del cultivo han llevado a los investigadores a crear nuevas variedades a partir del germoplasma nativo, la mayoría con nombres de mujer, pero las nuevas variedades en poco tiempo pierden potencial, precisamente por la uniformidad genética y susceptibilidad, a lo que se suma la pérdida de sabor y aroma (Carrera, et al 2016). Por estas razones la presente investigación se propuso diagnosticar la agrobiodiversidad de papa (*Solanum spp.*) en comunidades rurales de la provincia de Chimborazo, con atención específica a la determinación de variedades nativas de papa (*Solanum spp.*) existentes en las comunidades de estudio y las relaciones entre la agrobiodiversidad presente y las formas de conservación y usos.



## 2. Materiales y Métodos

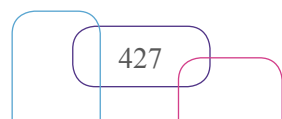
El estudio se desarrolló entre abril y septiembre del 2017 en 3 comunidades indígenas asentadas en áreas marginales de la parroquia Flores, en la provincia de Chimborazo (Naubug, Pusetus y Basquitay); donde el cultivo de la papa es importante, determinado esto por la superficie cultivada, la diversidad genética presente en la zona y la frecuencia anual con la que se cultiva. Operativamente se desarrolló y aplicó la metodología de grupos focales descrita por (Hamui, A. : Varela, M. 2012), para orientar la participación de diferentes actores, quienes fueron seleccionados en base a criterios principales i) disponibilidad de germoplasma de papa nativa, ii) nivel de organización grupal, iii) que el destino de la producción no sea exclusivamente para el autoconsumo- y otros criterios secundarios. Los datos obtenidos son presentados en distribuciones de frecuencias, según su incidencia en las comunidades de estudio y agrupados de acuerdo a escalas arbitrarias. La muestra respondió a un muestreo intencionado no probabilístico, seleccionándose a líderes y mujeres; buscando representatividad entre los grupos y homogeneidad al interior de los mismos. Los datos obtenidos en los grupos focales se complementaron con información obtenida a través de la metodología de observación participante, que fue realizada con una familia representativa de las comunidades de estudio poco después de haber terminado los talleres.

## 3. Resultados y Discusión

Variedades	Frecuencia acumulada	%	Valoración
Chola, Chaucha Roja, Mami, Tulca, Nortaña, Gabriela.	6	100	Muy conocido
Puña, Cacho Negro, Cacho Roja, Putug, Superchola	5	83	Muy conocido
Uvilla, Suscaleña, Victoria	4	67	Conocido
Chaucha Blanca, Cumar, Juana, Natividad	3	50	Poco conocido
Chiwila Roja, Coneja, Camisada (Muro Papa), Pera, Fruit Blanca (Fripapa), Fruit Roja (Fripapa), Catalina, Josefina, Pan	2	33	Poco conocido
Puña Negra, Curipamba, Fierro, Guancala, Clonada, Inca, Magna Singui, Ganqui, Cacho Blanco, Chambi Papa, Mishi Maki, Guancala, Alpargata, Rosita.	1	17	Escasamente conocido
Total de variedades de papa	41		

Tabla 1. Nombres comunes de variedades de papa reportadas por los diferentes actores, ordenadas desde las más frecuentes y sus valoraciones en base a la escala arbitraria 2017.

La Tabla 1. Muestra la frecuencia acumulada de la respuesta a la pregunta “Que variedades de papa conocen?” obteniendo los siguientes rangos de acuerdo a la escala arbitraria: 11 variedades de papa muy conocidas, reportadas en todos los grupos focales (GF), 3 variedades conocidas, reportadas en 4 GF, 13 variedades poco conocidas reportadas entre 2 y 3 GF y 14 variedades escasamente conocidas, reportadas en tan solo 1 GF. De lo anteriormente expuesto se puede colegir



que aquellas variedades que fueron reportadas solo en un grupo focal, corresponde también a aquellas variedades que se encuentran en riesgo de erosión genética en las comunidades de estudio, por lo que se podría dirigir esfuerzos para recuperarlas o reintroducirlas en la zona. La información obtenida en el análisis de los grupos focales, permitió identificar 41 nombres de variedades de papa, que incluyen variedades nativas y mejoradas, presentes y ausentes en el grupo de la comunidad. Hay que recalcar que la información indicada no representa datos de superficie sembrada, pues corresponde al número de variedades reconocidas por los informantes simplemente. Los datos obtenidos concuerdan en parte con lo reportado por (Monteros, y Pallo, 2009; Pumisacho y Sherwood, 2002; Monteros, Cuesta, Jiménez y López, 2005) quienes sostienen que son aproximadamente 20 variedades nativas que tienen presencia comercial en los mercados de la sierra central del Ecuador: detallando entre ellas Yema de Huevo, Bolona, Uvilla, Leona Negra, Leona Blanca, Pera, Coneja Negra, Coneja Blanca, Cacho, Puña, Pata de Perro, Mora, Chaucha holandesa, Chaucha Negra, Calvache, Alpargata y Carrizo, de estas variedades, 6 fueron reportadas en las comunidades de estudio.

Comunidad	Variedades Nativas de papa
Naubug	Chola, Chaucha Roja, Camisada, Puña, Fierro, Suscaleña
Puesetus	Uvilla, Puña, Tulca, Cacho Roja, Mami
Basquitay	Chola, Puña Negra, Puña, Curipamba, Guancala, Uvilla, Chaucha Roja, Chaucha Blanca, Mami, Clonada, Tulca, Chiwila, Norteña, Suscaleña, Pera, Cacho Negro, Cacho Roja, Coneja.

Tabla 2. Nombres comunes de variedades de papa nativa presentes en las comunidades en estudio 2017

La Tabla 2 indica la distribución de variedades nativas por comunidad, observándose una mayor agrobiodiversidad de papa nativa en la comunidad Basquitay. Los datos reflejan los impactos de la intervención que ha tenido en esta comunidad la ONG Ekorural, con la implementación de bancos comunitarios de semillas, lo que hace posible una mayor presencia de variedades de papa nativa como resultado de la recuperación y reintroducción de materiales nativos. Contrario a esto, la comunidad Puesetus reporta la menor diversidad de papa nativa, con tan solo 5 variedades presentes, sin dejar de ser una comunidad de importante producción de papa.



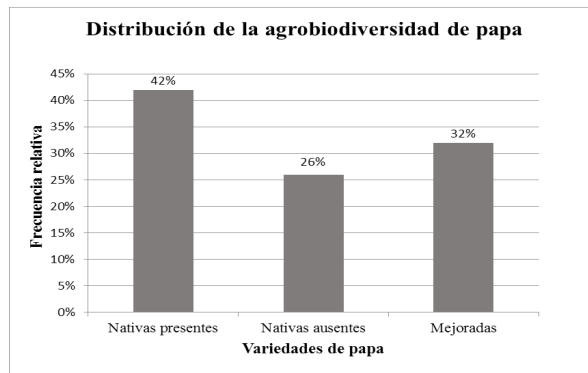


Fig 1. Distribución de la agrobiodiversidad de papa entre variedades nativas presentes, variedades nativas ausentes y variedades mejoradas reconocidas por los diferentes actores 2017.

La Fig. 1. Ilustra la distribución de la agrobiodiversidad de papa en la zona de estudio, los datos indican que de las 41 variedades de papa reportadas, el 42% corresponde a variedades nativas presentes en la actualidad, es decir se siguen sembrado, cosechando, comercializando y consumiendo por los agricultores. El 26 % corresponde a variedades nativas ausentes, es decir que se han dejado de sembrarse en la comunidad o al menos en las fincas de los participantes del GF. El 32% son variedades mejoradas, introducidas en la comunidad. Estos datos demuestran la existencia de una diversidad de papa nativas (presentes y ausentes) así como de variedades papa mejorada, en zonas marginales rurales. Lo anteriormente mencionado concuerda con Acuña, Angulo, Montenegro, & Monteros (2010) quienes señalan que las variedades nativas en la zona andina del país resistieron el impacto de la revolución verde exiliándose en las laderas y en terrenos marginales, pero cada día su área cultivada se ha ido reduciendo e incluso algunas variedades se han perdido, debido en parte a la introducción de variedades mejoradas, cambios climáticos, y por la poca valoración de los consumidores que ignoran de su existencia.

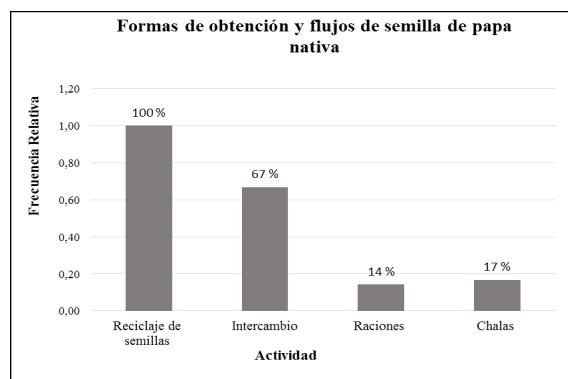


Fig. 2. Análisis de las formas de obtención y flujos de semillas de variedades de papa nativa 2017.

La conservación de agrobiodiversidad, implica también las formas de manejo social y el consumo, por ende la Fig. 2. Ilustra las actividades que comúnmente realizan los agricultores en las comunidades en estudio para obtener semillas para la siembra, según los datos encontrados, el reciclaje de semilla y el intercambio (con vecinos, amigos y generalmente con familiares) de semillas son las actividades mayormente utilizadas para conservar las semillas de papa nativa, pero no son las únicas, pues las “raciones” (una parte de pago por el trabajo en la cosecha) y “chalias” (la búsqueda de restos de producto en el campo cosechado) son también utilizadas en menor cantidad como forma de obtención de semillas, sobre todo si la variedad cosechada expreso buen rendimiento o si se observan parcelas de papa con características relevantes, en este caso estos métodos también son usados para la provisión de semilla. Entonces, algunas variedades se han mantenido por siembra, cosecha y resiembra desde años atrás en sus fincas; mientras que otras han sido reintroducidas a las comunidades por diferentes vías como mercado, intercambio, por la presencia de bancos comunitarios de semillas, por el INIAP y otras instituciones, permitiendo mantenerse con ayuda de otros actores. A propósito de lo cual Tapia et. al (2003) manifiestan que en el Ecuador la agrobiodiversidad es conservada por las comunidades indígenas, con esfuerzos reducidos y quizás dispersos por parte de otros actores.

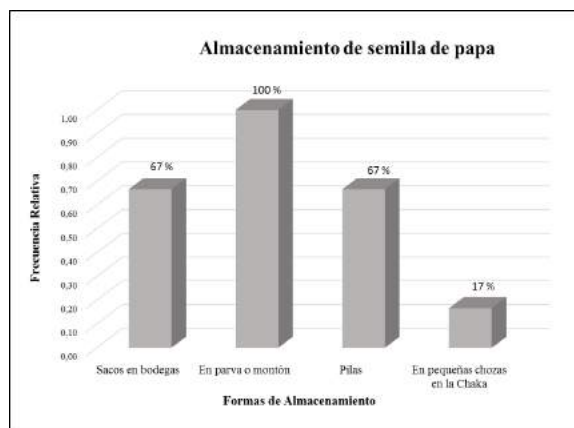
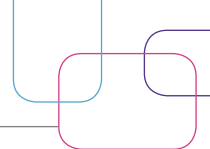


Fig. 3. Distribución del uso de las diferentes formas de almacenamiento de los tubérculos semillas papa 2017.

El manejo que los agricultores dan a las semillas antes de su almacenaminto asegura la conservación de las mismas (Fig.3). La papa es seleccionada por variedades, pues estas han sido sembradas en mezclas en una misma parcela, por el tamaño (grande, mediano, pequeño) y por su calidad. En una bodega pueden existir diferentes formas de almacenamiento encontrándose en “sacos”, en “montones” y en “pilas”, depende de cada agricultor escoger la forma adecuada para almacenar sus semillas. Además, almacenan en pequeñas chozas que construyen en las chacras comúnmente usadas para almacenar semillas y herramientas, siendo frecuente cuando las parcelas se encuentran lejos de sus hogares. Para desinfectar y proteger a la semilla de plagas y enfermedades indican que muy



pocas veces utilizan productos químicos; lo más común para el caso de la papa es utilizar ceniza o en algunos casos el almacenamiento se hace luego de que la semilla se ha expuesto al sol por algunos días, a lo que se conoce como verdeamiento. Los datos indican que las formas más comunes para el almacenamiento de la semilla son en parva o montón, seguido de la práctica de guardar en sacos en bodegas y pilas; solo una pequeña fracción conserva semillas en pequeñas chozas en la chacra. Según Gómez (2014), indica que varias de las prácticas ancestrales para conservar tubérculos (Putzas y yatas) que antes realizaban ya no lo realizan, adoptando formas más cómodas de hacer esta labor. La conservación de tubérculos semilla puede estar determinada por el tipo de almacenamiento, en especial si se almacena por periodos prolongados o si se trata de zonas en donde la humedad relativa es alta, pudiendo ocasionar problemas sanitarios a los tubérculos almacenados para semilla. Sin embargo la mayoría de variedades nativas han resistido bajo esas formas de almacenamiento rudimentario, lo que las vuelve rústicas y con mayor capacidad de adaptación, pero no debe descartarse el hecho de que algunas variedades presentan un periodo de dormancia bastante corto, pudiendo estas experimentar mayores tasas de deterioro ante estos sistemas de almacenamiento.

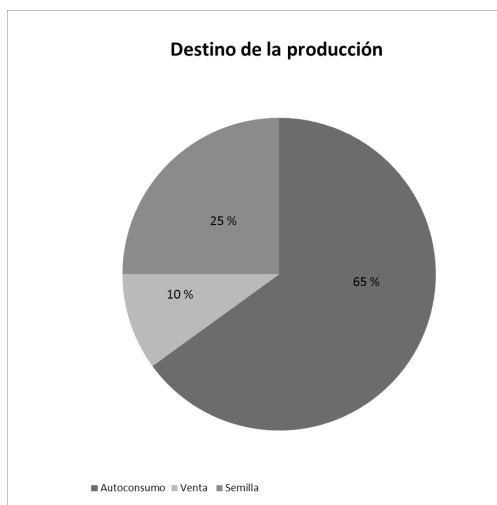


Fig. 4. Destinos de la producción de papa nativa en las comunidades de estudio 2017.

La Fig. 4. Ilustra los principales destinos de la producción de papa nativa, misma que tiene básicamente tres destinos una vez que ocurre la cosecha, el autoconsumo como destino más importante, seguido del reciclaje para semilla y apenas se destina un 10% para la venta. Cosa que no ocurre con las variedades mejoradas, pues en estas últimas el destino de la producción tiene un comportamiento diferente y variado según se trate de la variedad, el precio en el mercado o la época del año en la que ocurre la cosecha, lo más frecuente es que el mayor porcentaje de la producción sea destinado al mercado y un porcentaje muy bajo para el au-

toconsumo, para intercambio o para el regalo entre amigos y familiares cercanos. En las comunidades la agrobiodiversidad de papa la utilizan tanto para la alimentación humana y animal hacen; teniendo diferentes formas de aprovechamiento para la alimentación humana mostrando la importancia del cultivo; y el hecho que cuando se conserva es porque se utiliza para diferentes fines. Los agricultores mantienen múltiples variedades en sus fincas para su autoconsumo, pero no es claro cuál es la racionalidad de esta práctica y los usos que hacen actualmente de estos materiales.

#### **4. Conclusiones**

Se encontraron 41 variedades de papa entre nativas y mejoradas; el 42% (18) de estas corresponden a variedades nativas; pero esto se debe en gran medida a la reintroducción de variedades nativas; un 32% (13) se han perdido mientras que un 26% (10) corresponden a variedades mejoradas.

El reciclaje de semilla es la forma más común para mantener y conservar la agrobiodiversidad de papa nativa; al proceso contribuyen otras formas de abastecimiento de semilla como el intercambio y las raciones por jornales, generando así entradas y salidas de material genético de una finca hacia otra.

El almacenamiento cumple un rol importante en la conservación de semilla de papa, la forma más frecuente de almacenar las semilla de papa en las comunidades estudiadas es en sacos. Sin embargo el tipo de almacenamiento condiciona la prevalencia de problemas sanitarios que afectan la calidad de la semilla y a pesar de que las variedades que aún se mantienen han resistido esas formas de almacenamiento rudimentario, posiblemente otras experimentan mayores tasas de deterioro ante estos sistemas, constituyendo un factor de riesgo adicional que contribuye a la erosión genética, pudiendo fácilmente ser mejorados.

La principal forma de consumo de papa nativa es el consumo en fresco, en diferentes tipos de platos, muchos de los cuales se han venido manteniendo durante generaciones en las comunidades, y el uso diferenciado que tienen las variedades nativas para el consumo ha hecho que estas se mantengan en comunidades marginales, sembrándose en pequeñas superficies, a diferencia de las variedades mejoradas que fundamentalmente tienen una orientación al mercado.

#### **Agradecimiento**

Los autores reconocen las contribuciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, la Fundación Ekorural por financiar parte de la investigación, los estudiantes egresados del periodo 2017 de la carrera de Ingeniería Agronómica, a los colegas docentes que apoyaron en el diseño y revisión del estudio, pero sobre todo los autores dejan expresa constancia de agradecimiento a los agricultores de las comunidades en estudio, de manera

especial a Elena Tenelema, Francisco Lema y las familias Gualli, Tenelema y Lema por haber facilitado la toma de datos en hogares y coordinado la participación en los grupos focales.

## Referencias

1. Acuña, O., Angulo, D., Montenegro, S., & Monteros, C. (2010). *Estudio técnico en la elaboración de papa precocida congelada*. Escuela Politécnica Nacional Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. Quito
2. Altieri, M. (2002). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura*. Consultado el 27/12/2017. Obtenido de [http://ambiental.uaslp.mx/Agricultura/2002%201-Altieri%20Agroecologia\\_principios\\_y\\_estrategias.pdf](http://ambiental.uaslp.mx/Agricultura/2002%201-Altieri%20Agroecologia_principios_y_estrategias.pdf)
3. Altieri, M., Nicholls, C., & Montalba, R. (2014). *El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina*. *Leisa*. 30(1):5-8. Consultado el 27/12/2018. Obtenido de <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol30n1.pdf>
4. Carrera, et al 2016 Papa patrimonio alimentario Obtenido de: «<http://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php?title=Papa&oldid=8817>»
5. Centro Internacional de la Papa.2013. Papas Nativas obtenido de : <https://cipotato.org/es/lapapa/papas-nativas/>
6. Cuesta, X. Jiménez, N. y López, G. 2005 Papas Nativas en Ecuador. Estudio cualitativo sobre la oferta y la demanda. INIAP, Quito -Ecuador. 32 p.
7. Gomez, M. 2014. Identificación y Caracterización de Prácticas y Tecnologías Indígenas y Campesinas en el Manejo de Semilla (poscosecha), como Medidas de Adaptación al Cambio Climático, en dos Comunidades de la Provincia de Chimborazo. [Tesis pregrado] Riobamba: ESPOCH.
8. Mera, 2014. Análisis de la ley de semilla ecuatoriana y búsqueda de evidencias de su funcionamiento desde la perspectiva de los actores del rubro papa disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7688>
9. Monteros C. y Pallo E. 2009. Conservación y revalorización de papas nativas con pequeños productores de la provincia Bolívar, Ecuador. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 25 (1): pp. 78-85
10. Monteros, C. y Reinoso, I., 2011. “Informe final del proyecto Proyecto FTG-353/05 “Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas”. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria. (FONTAGRO), INIAP-Ecuador, Quito, Ecuador, 40 p
11. Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade-Piedra, J., & Reinoso, I. (2011). Papas nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito. pp. 17-51
12. Organización De Las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. 2008 La papa y la biodiversidad disponible en : <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/IYP-1es.pdf>
13. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación 2003 Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s00.htm#Contents>
14. Pumisacho y Sherwood, 2002. Cultivo de la papa en Ecuador, INIAP, CIP, Ediciones INIAP, Quito – Ecuador, 227 p.
15. Tapia et al 2003 Manejo y Conservación de RTAs In situ en Fincas de Agricultores y Ex

- situ en el Banco de Germoplasma de INIAP, Capítulo II, INIAP, Quito Ecuador p 31- 74.
16. Sarandón, S. y Flores, C. Agroecología: Bases Teóricas para el Diseño y Manejo de Agroecosistemas Sustentables. Vol 1. 1ª ed. La Plata – Argentina. Edulp; 2014.

# FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES POR MARCO LÓGICO. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA

(FORMULATION AND EVALUATION OF PROJECTS FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES BY MARCO LOGICO. ANALYSIS OF THE METHODOLOGY)

E. Muñoz Jácome <sup>\*(1)</sup>, K. González Currillo <sup>(1)</sup>,  
C. Muñoz Shugulí <sup>(2)</sup>, C. Patiño Vidal Shugulí <sup>(2)</sup>

(1) Facultad de Recursos Naturales,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur Km 1,5.  
Riobamba, Ecuador, Código postal EC060155

(2) Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería,  
Obispo Manuel Umaña 050, Edificio de Alimentos,  
Estación Central, Santiago, Chile, Código postal: 9170201

\*Correspondencia: 032998220; emunoz@esPOCH.edu.ec (E. Muñoz Jácome)

## RESUMEN

El trabajo aborda varios conceptos de proyectos, los tipos, profundiza aquellos relacionados con la aplicación de marco lógico, revisa elementos que contienen diversas matrices aplicadas por varios organismos. Se analizan críticamente aspectos que se reportan en la teoría de marco lógico y se hacen aportes útiles desde las experiencias de los autores logradas en la facilitación para la formulación y evaluación de los proyectos con el empleo de la metodología, para el presente caso toma en cuenta uno de los proyectos en manejo de recursos naturales, realizado en base a talleres participativos. Se concluye que la mayoría de autores refieren al marco lógico solo como la matriz, no consideran el ciclo del proyecto en forma total, obvian las fases que se sintetizan en 1. Diagnóstico, 2. Identificación, que comprende análisis de problemas, objetivos, alternativas e involucrados, 3. Planificación del proyecto que deriva en el uso de la matriz, la cual debe contener indicadores con dimensiones de cantidad, calidad, beneficiarios, lugar y tiempo, esencia de la evaluación, la planificación operativa base del monitoreo, la evaluación externa y anterior a la ejecución para determinar la factibilidad, 4. Organización 5. Los planes de monitoreo, el seguimiento y la evaluación. 6. Entrega, 7. Postentrega.

**Palabras claves:** *Marco lógico, indicadores, formulación, evaluación, proyectos.*

## ABSTRACT

The work addresses several concepts of projects, types, deepens those related to the application of logical framework, reviews elements that contain various matrices applied by various agencies. Critical aspects that are reported in the theory of logical framework are analyzed and useful contributions are made from the experiences of the authors achieved in the facilitation for the formulation and evaluation of the projects with the use of the methodology, for the present case



take into account one of the projects in natural resource management, based on participatory workshops. It is concluded that most authors refer to the logical framework only as the matrix, do not consider the project cycle in full, obviate the phases that are synthesized in 1. Diagnosis, 2. Identification, which includes analysis of problems, objectives, alternatives and involved, 3. Project planning that results in the use of the matrix, which should contain indicators with dimensions of quantity, quality, beneficiaries, place and time, essence of the evaluation, operational planning base of the monitoring, external evaluation and prior to execution to determine feasibility, 4. Organization 5. Monitoring plans, monitoring and evaluation. 6. Delivery, 7. Post- delivery.

**Keywords:** *Logical framework, indicators, formulation, evaluation, projects.*

## 1. Introducción

Proyecto es un conjunto de esfuerzos dirigidos a crear un producto o servicio único (1); es la articulación de actividades para alcanzar objetivos en un tiempo y espacio geográfico determinados, éstas deben guardar una cronología.

El proyecto facilita el aprovechamiento de recursos y la coordinación de esfuerzos, de modo que sus impactos se sostengan en el tiempo y modifiquen una situación que afecta negativamente la vida de una población produciendo cambios y beneficios para su desarrollo (2).

Los proyectos se clasifican según el grado de dificultad, procedencia de capital, contenido, organizaciones que participan y finalidad (3). De acuerdo al grado de dificultad se tipifican los siguientes: *a) simples*, con pocas tareas, la relación entre estas es básica y no requiere de una planificación u organización detallada, suelen ejecutarse en equipos de trabajo reducidos y no cuentan con demasiados colaboradores externos (4). *b) complejos*, con actividades de interrelaciones que hace difícil la toma de decisiones, contiene procesos no lineales y su planificación y diseño son iterativos; la incertidumbre, la irregularidad y la aleatoriedad son algunas de sus características habituales, por lo que se hace necesaria su planificación considerando acciones predecesoras y aquellas que pueden ser trabajadas simultáneamente (5).

Según la procedencia de capital se clasifican en: *a) públicos*, el financiamiento se hace con fondos de organismos gubernamentales en sus diferentes niveles, ejemplo los proyectos de desarrollo social. *b) Privados*, su ejecución requiere el aporte de capitales privados, es el caso del mundo empresarial y de las Organizaciones no Gubernamentales. *c) subvencionados o mixtos*, para su formulación, ejecución y evaluación el financiamiento se lo hace a partir de la combinación de aporte públicos y privados.

Tomando en cuenta la finalidad se clasifican en: *a) Sociales*, orientado a satisfacer las necesidades y resolver los problemas de la población, para mejorar sus condiciones de vida; en varios casos los beneficiarios o usuarios del bien o

servicio pagan íntegramente o individualmente sus costos, muchas veces su cobertura lo hace en forma total o parcial la comunidad, cuando es parcial lo hacen con el apoyo de presupuestos públicos, mediante los sistemas diferenciales de tarifas o subsidios directos se apoyan también en aportes de ONGs nacionales e internacionales (6). *b) Educativos*, que tienen como propósito la formación y el aprendizaje en un contexto y en un espacio geográfico determinado que surge del diagnóstico de una necesidad específica, generalmente está ligado al sistema educativo, puede ser público o privado (7). *c) Comunitarios*, para dar respuesta a las necesidades, aspiraciones y potencialidades de las unidades mínimas de la división política. Los deseos y necesidades de una comunidad pueden ser satisfechos considerando sus preferencias, aspiraciones prioritarias colectivas, en base a acciones que se estructuran bajo la forma de proyectos, que aportan al mejoramiento de la situación económica, social y cultural de la comunidad. (8). *d). Productivos*, orientado a la producción de bienes y/o servicios para cubrir demandas insatisfechas. *e). De investigación*, entendido como un documento de planificación en el cual el investigador especifica lo que va a estudiar. El proyecto se conoce también como protocolo, propuesta de investigación, en la práctica en él se resume el proyecto de investigación que se ejecutará (9).

Por otra parte se puede señalar que la tipología de los proyectos puede ser tan diversa, como diversos los sectores y los ámbitos en los que se trabaja, ejemplo agrícolas, pecuarios, de nutrición, de comercialización, de infraestructura, entre otros; se ha de advertir que hoy por hoy el sistema de marco lógico es aplicado a diferente tipo de proyectos, en el caso ecuatoriano a los de desarrollo, a los de investigación, a los de producción, de acuerdo a las matrices o formatos que SENESCYT y SENPLADES han propuesto y que lo aplican entidades de los diferentes niveles de gobierno.

El marco lógico es un método que permite planificar el proyecto en forma sistemática y lógica tomando en cuenta relaciones de causalidad, dependencia y condicionamiento, contempla los objetivos a alcanzar y las actividades principales a desarrollar, los supuestos exteriores a la intervención, que pueden incidir en su consecución (10). También es una metodología que facilita la presentación de los objetivos de un proyecto de manera clara y comprensible en un sólo cuadro, incorporando todas las necesidades, demandas y puntos de vista de los actores sociales y/o de la producción (stakeholders - Grupos de interés) según el entorno, el sector donde se ejecutaría el mismo (11).

El marco lógico facilita la conceptualización, el diseño, la ejecución y la evaluación de proyectos, brinda una estructura para planificar y comunicar la información esencial de los mismos (12). Permite además la retroalimentación permanente en cada una de sus fases.

Es entonces, el marco lógico un instrumento a través del cual, se desarrollan otros, como la determinación de recursos, el establecimiento de requerimientos,

los costos que se estructuran en el presupuesto, la definición de responsabilidades, el cronograma de ejecución, es decir la planificación operativa, para su elaboración se puede emplear la herramienta Microsoft Project. En base a la secuencia lógica, de éstos instrumentos se derivan los planes de monitoreo seguimiento y evaluación, sin embargo se debe precisar que es importante tomar en cuenta para la formulación del marco lógico como una matriz que sintetiza el proyecto, las fases que anteceden a su elaboración, como es la fase diagnóstica, que se constituye en la evaluación preliminar del territorio o de la situación a analizarse y que motiva la planificación del mismo y la fase identificación que implica realizar los análisis de problemas, de objetivos, de alternativas, de involucrados. Se debe contar previamente con la decisión de los actores para participativamente trabajar el proyecto en todo su ciclo, aspectos que muchas veces son obviados.

En base a lo anteriormente citado, el presente trabajo investigativo a partir del análisis teórico de la metodología y de una de sus aplicaciones en el campo de los recursos naturales realizado en la Microcuenca del Rio Chimborazo, resume como el marco lógico ha sido adaptado y las formas que ésta metodología ha adoptado según los requerimientos de diferentes organismos nacionales e internacionales. Como producto del trabajo en campo desarrollado se puede concluir que el marco lógico trabajado participativamente y atendiendo todas sus fases, es útil para la formulación y evaluación del proyecto, más si se pone especial cuidado en el diseño de los indicadores para facilitar el monitoreo durante la ejecución y evaluar el cambio de la situación actual a una situación futura mejorada.

## **2. Método**

Para la presente investigación se aplicaron los métodos generales de la investigación como es el análisis y la síntesis para la revisión de fuentes secundarias.

Se utilizó además la información primaria generada en 27 talleres participativos para formular el proyecto forestal para la microcuenca del rio Chimborazo, en el marco del proyecto definición de alternativas productivas ecosociales para el manejo sustentable de la microcuenca del rio Chimborazo, auspiciado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y como una contribución al diseño del modelo de gestión para microcuencas bajo enfoque de sostenibilidad.

## **3. Resultados y Discusión**

### *3.1 Origen del marco lógico*

El marco lógico-SML fue desarrollado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID) a fines de los años 60 y principios de los 70, luego a principios de los 80, la asumió la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ, hoy GIZ, posteriormente se difundió a nivel internacional, en el ámbito técnico y académico, constituyéndose en una

metodología y herramienta básica para la formulación y evaluación de proyectos de desarrollo. A mediados del 90, se ejecutó el primer proyecto en base a la metodología de marco lógico al sur de Ecuador, en la provincia de Zamora, en el ámbito agroforestal, ejecutado por la Fundación Maquipucuna, ONG, dedicada a la conservación y el desarrollo sostenible. A inicios del 2000, se incorpora en los programas o mallas curriculares de algunas universidades de Ecuador, San Francisco, Central, Católica, FLACSO, Universidad Nacional de Loja, entre otras. Actualmente es un instrumento aceptado a nivel mundial por las agencias de cooperación, Comunidad Europea, USAID, para la formulación y evaluación de propuestas de desarrollo (13).

No obstante si se revisan las mallas curriculares, los contenidos de las materias de las cátedras de proyectos se puede manifestar que en marco lógico se introduce en la universidad ecuatoriana, a inicios de los años noventa, es el caso de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y de la Universidad Agraria del Ecuador, sede en Riobamba, a partir de las capacitaciones que dio la GTZ, a través del Team Consul Berlin a un grupo de profesionales ecuatorianos, entre ellos académicos e investigadores universitarios en el marco del Curso Nacional de Proyectos Forestales y Medioambientales que se inscribió como parte de las actividades del Programa Forestal Sucumbíos (PROFORS).

### *3.2 Los elementos del marco lógico*

#### *3.2.1 Jerarquía de objetivos*

La jerarquía de objetivos llamada también por varias agencias de desarrollo estrategia de proyecto, es el primer paso en la redacción de un proyecto por marco lógico, éstos no son iguales, existen algunos más importantes que otros, es decir, una hay supremacía que se la puede medir en niveles de importancia (14). Desde la práctica se debe manifestar, que no hay unos objetivos más importantes que otros, los unos son medios que permiten que los otros se cumplan, siendo todos importantes, pues todos parten de un análisis de problemas determinados inicialmente como significativos y principales,

Hay coincidencia al señalar que los objetivos guardan una estrecha relación entre sí y respecto a que los resultados o componentes que son un tipo de objetivos deben guardar correspondencia con el propósito que es el objetivo a cumplirse con el proyecto y el fin que es un objetivo al cual el proyecto contribuye (15), con lo expresado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura respecto a que los objetivos son los resultados deseados por los proyectos de desarrollo y esperados a corto, mediano y largo plazo, o señalando una finalidad de nivel más bajo que conduzca a otra de nivel más alto (16).

### 3.2.2 Actividades

Las actividades deben presentarse agrupadas por componente, en su diseño debe considerarse el enfoque de género, la planificación, se realiza mediante una carta Gantt que incluye el costo de las mismas (17). También se pueden configurar en forma de red o calendario para facilitar el control o monitoreo como parte de la evaluación continua. La aplicación del paquete Microsoft Project es una alternativa para su elaboración.

En suma, las actividades se definen como las acciones necesarias para alcanzar hitos, corresponden a un listado en orden cronológico y secuencial para cada uno de los componentes (18). Se denominadas también tareas que se deben cumplir para el logro de cada uno de los componentes del proyecto. Corresponde indicar que éstas se ejecutan para generar los bienes y/o servicios que el proyecto debe producir para alcanzar su propósito. Los componentes en la práctica son las obras, los bienes y/o servicios que el proyecto debe producir y que requiere del cumplimiento de las actividades para lograr los resultados esperados.

### 3.2.3 Indicadores

Corresponde a una especificación de la relación de dos o más variables que permite verificar el logro alcanzado por el proyecto en el cumplimiento de sus objetivos, generalmente se dice que es su cuantificación. Para cada indicador se debe identificar su nombre, fórmula de cálculo, valor en la situación inicial (situación sin proyecto), la meta estimada para cada año de planificación y al término del proyecto. Los indicadores deben diseñarse en base a las dimensiones de eficacia, calidad, eficiencia y economía (19).

a) Eficacia que se refiere en al cumplimiento de los objetivos y examina si el logro de éstos se debe a las actividades desarrolladas por el proyecto. La evaluación de la eficacia permite ver en qué medida la hipótesis de acción del proyecto es válida o no (20).

b) Calidad que es una dimensión específica del concepto de eficacia, se refiere a la capacidad del proyecto para responder en forma rápida y directa a las necesidades de los beneficiarios. Son elementos de la calidad factores tales como la oportunidad, accesibilidad, precisión y continuidad en la entrega del servicio (21). Algunas relaciones que reflejan estos conceptos por ejemplo son: el número de reclamos sobre el total de casos atendidos, tiempo de tramitación de beneficios, velocidad de respuesta mediante cartas, llamadas o reclamos por parte de los usuarios, porcentaje de cumplimiento de los tiempos programados (22).

c) Eficiencia que describe la relación entre las magnitudes producción física y recursos que se utilizan para alcanzar un nivel de producción, Permite analizar si las actividades de un proyecto que se organizaron, ejecutaron y administraron incurrieron en el menor costo posible para maximizar la producción de bienes y servicios.

d) Economía que se relaciona con la capacidad de una institución para generar y movilizar adecuadamente los recursos financieros de un proyecto (23). Algunos indicadores de economía pueden ser porcentaje de ejecución del presupuesto, porcentaje de aportes de terceros a proyectos autogestionados (24).

Los indicadores son expresiones medibles de aquello en lo que se concreta un objetivo, es la cuantificación del mismo. Los indicadores son directos e indirectos: a) Directos que permiten evaluar el proyecto una vez este haya finalizado, b) Indirectos que sirven para evaluar el mejoramiento de las capacidades desarrolladas por el proyecto, pero que no necesariamente se encuentran en su ámbito de acción y es de su responsabilidad directa. (25). Los indicadores ayudan a examinar si los resultados reales concuerdan o no con los esperados o planificados. (26).

Cuando en los proyectos participan para su planificación y evaluación variedad de involucrados con diferencias en cuanto a visión, nivel de instrucción, intereses, es necesario formular los indicadores en forma muy objetiva para lo cual se recomienda emplear las dimensiones de cantidad, calidad, tiempo, lugar y beneficiarios. Se debe destacar que el tiempo debe ser establecido en períodos, pues esto ayuda a la configuración de los planes de monitoreo, seguimiento y evaluación.

Los indicadores elaborados en base a éstas dimensiones ayudan a visualizar las metas a lograrse en los diferentes momentos por los que debe cursar el proyecto, permitiendo determinar el *cumplimiento o no* de los componentes o de los resultados que parcialmente debe alcanzar el proyecto, contribuyen con claridad a establecer el *impacto final* del proyecto de acuerdo al propósito y a determinar el aporte *al cumplimiento* del fin como un objetivo de desarrollo global, para el caso de las actividades ayuda a controlar el dinero que se invierte para la ejecución de las éstas. Además, se debe mencionar que el indicador exclusivo de las actividades es su costo, es decir el presupuesto.

#### 3.2.4 Fuentes de verificación

Son los medios a través de los cuales se puede conocer y verificar el cumplimiento de las metas establecidas en la jerarquía de objetivos (propósito, resultados y acciones), corresponden a las fuentes de información que se utilizarán para obtener los valores de los indicadores, deben identificarse en la matriz por cada uno de los objetivos presentados (27).

Las fuentes de verificación en términos concretos son las evidencias del cumplimiento de los indicadores, consecuentemente de los objetivos, deben ser generalmente documentos que se producen por la ejecución del proyecto o programa, sin embargo a veces es necesario acudir a fuentes de verificación extraordinarias o especiales, cuando esto ocurra se debe contemplar sus costos como adicionales y plantearlos en el presupuesto.



### 3.2.5 *Supuestos*

Los supuestos se definen como condicionantes o factores externos que inciden en la ejecución del proyecto, en el cumplimiento de sus actividades, de los objetivos, pero que no están bajo el control de la dirección del proyecto y de sus ejecutores. Es necesario preverlos, para de ser necesario trabajar un plan de contingencias. (28). Los supuestos deben ser formulados en términos positivos, pues se requiere de la presencia de éstos para que se pueda desarrollar normalmente el proyecto, la no aparición de los mismos representan riesgos para la ejecución normal del proyecto.

### 3.3 *El marco lógico en la planificación estratégica*

El marco lógico permite una planificación que contribuye a alcanzar la sostenibilidad de acciones post proyecto, consecuentemente es una metodología que facilita la planificación estratégica (29).

Dado que la planificación estratégica debe situarse en escenarios futuros, requiere de un instrumento que los vincule con el aquí y ahora, para que esta se vuelva efectivamente un instrumento de cambio y no sólo de intenciones, en este sentido, es útil el uso del marco lógico, entendido como una manera de ordenar los niveles de planificación y de evaluación, enlazando los medios y los fines en un entramado coherente, que se pueden lograr en el corto, mediano o largo plazo. (30).

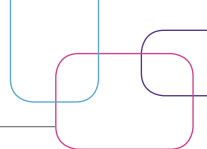
La metodología de marco lógico, para la conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de planes programas y proyectos, se sustenta en dos principios básicos: el encadenamiento (vertical y horizontal). Una vez identificado un problema de desarrollo, se pretende resolver el mismo mediante un proceso racional (lógico), que concatene los distintos niveles de objetivos (largo, mediano y corto plazo), sus respectivas estrategias y tácticas e indicadores para medir claramente el logro de esos objetivos. Los principales resultados de este proceso se resumen en una matriz que describe de forma lógica los aspectos más importantes de la planificación. (31)

### 3.4 *Organismos que aplican el marco lógico*

La metodología de marco lógico es utilizada actualmente por: entidades financieras (BID, ADB, BM), organismos internacionales (ONU), agencias de cooperación (AUSAID, CIDA), países (Chile, Colombia, Unión Europea) (32).

La gran mayoría de las agencias de cooperación gubernamental y organismos multilaterales (Unión Europea, Banco Mundial, Agencia Española de Cooperación Internacional - AECI) entre otros han adoptado el marco lógico como herramienta de identificación, formulación y gestión de proyectos, cada una de ellas





han introducido ciertos matices que no alteran la esencia del método. En este sentido, no se trata de la única ni de la mejor metodología de aplicación a la formulación y evaluación de proyectos, pero sí que es la más ampliamente utilizada, sobre todo por los organismos financiadores, lo que también está produciendo a nivel internacional cierta homogeneización (33). Es necesario acotar que la metodología para Ecuador ha sido implementada oficialmente para la presentación y financiamiento de proyectos por la SENPLADES desde el año 2008 y desde el 2009 la SENESCYT para proyectos de investigación. El marco lógico es aplicable a varios campos del conocimiento, facilita la participación de los actores sociales, de los servicios y la producción, facilita la visualización del concepto del proyecto en todas sus etapas.

Actualmente, los Gobiernos Autónomos Descentralizados también utilizan esta herramienta de planificación.

### *3.5 Matrices formuladas para aplicar proyectos por marco lógico*

A continuación, se exponen algunos de los elementos de las variadas matrices de marco lógico que se han diseñado para la presentación de proyectos.

#### *3.5.1 Matriz exploratoria de la formulación de objetivos e indicadores*

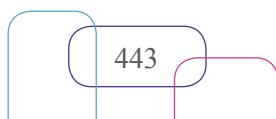
Es una matriz que se aplica para la planificación estratégica, con dos columnas, en la primera se debe inscribir el tipo de alcance y en ésta se tipifican: objetivo/visión/misión, objetivo estratégico, producto meta/programas y proyectos, actividad; la segunda columna es para el tipo de medida y en ella se debe formular el indicador de impacto, indicador de efecto, indicador de logro e indicador numérico, respectivamente para cada uno de los elementos de la primera columna. La línea de control del equipo se deja para el producto meta, los proyectos, programas y actividad (19)

#### *3.5.2 Matriz 4 x 3*

Concebida como un instrumento que permite organizar e interrelacionar toda la información del proyecto, a fin de dar un ordenamiento lógico al plan, programa o proyecto estableciendo sus objetivos, indicadores, recursos necesarios y actividades para el logro de lo previsto. Para su elaboración se utiliza esta matriz en donde las: 1). Filas: corresponden a la síntesis de objetivos, metas e indicadores de éxito y factores condicionantes 2). Primera columna: corresponden al objetivo general, objetivo específico, objetivos intermedios y actividades (34)

#### *3.5.3 Matriz 4 x 4*

En la que se sintetiza el plan, programa o proyecto, consta de cuatro filas por cuatro columnas mediante la cual se describe el fin, el propósito, los componentes y



las actividades, así como los indicadores, los medios de verificación y supuestos para cada uno de los objetivos (35). Para el caso de la planificación estratégica, los componentes se constituyen en los programas y lo que serían las actividades pasan a ser los proyectos, guardando la dimensión y conceptualización que representan cada uno de éstos elementos.

Las filas de la matriz presentan información acerca de los objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos en cuatro momentos diferentes en la vida del proyecto, el fin al cual el proyecto contribuye de manera significativa luego de que el proyecto ha estado en funcionamiento, propósito logrado cuando el proyecto ha sido ejecutado, componentes/Resultados completados en el transcurso de la ejecución del proyecto y actividades requeridas para producir los Componentes/Resultados (36).

La primera herramienta metodológica que el evaluador tiene a su disposición es el marco lógico (ML) elaborado durante el diseño del proyecto, el cual, resume en una matriz de cuatro por cuatro lo que el proyecto intenta lograr, el por qué, el cómo y el cuándo. Las columnas contienen el resumen narrativo de los objetivos y las actividades, indicadores (Resultados específicos a alcanzar), medios de verificación, supuestos (factores externos que implican riesgos)

#### *3.5.4 Matriz con diseño inverso y la matriz en cascada*

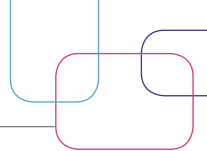
La CEPAL propone la matriz con diseño inverso y la matriz en cascada, que sintetiza, ¿Qué problema se trata de resolver y a quienes beneficia?, ¿Cómo esperamos que se resuelva el problema? (estrategia) y comparar problema y estrategia con lo que ocurre en la actual aplicación del proyecto (17).

#### *3.5.5 Matriz de 5 x 3*

La matriz 5 x 3, presenta en la primera columna objetivo de desarrollo, objetivo inmediato, resultados, actividades e insumos, en la segunda indicadores y en la tercera factores externos. Su reducción la convierte en la matriz 4 x 3, en la primera columna aparece el objetivo global, objetivo específico y actividades. En la dos, indicadores, con fuentes de verificación para cada uno de los ítems de la primera columna, excepto para las actividades en la que se inscriben los insumos requeridos, y en la columna tres los espacios están previstos para los factores externos

#### *3.5.6 La matriz del marco lógico según la Dirección de Vinculación, Cooperación, Prácticas y Pasantías*

Presenta una columna para la lógica de intervención en la que se debe formular: objetivo general, objetivos específicos, resultados y actividades. La segunda columna prevé la incorporación de indicadores y el presupuesto. La tercera para los



medios de verificación y una cuarta para los supuestos (37, 38).

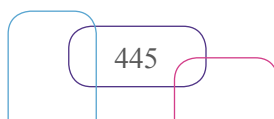
Como se puede ver, la mayoría de matrices difieren de las originales presentadas por el Banco Mundial y la GTZ, hoy GIZ en las cuales se presentan 4 columnas y 4 filas, con las siguientes denominaciones: para la primera columna, narrativa de objetivos o estrategia de proyecto, para la segunda indicadores o indicadores verificables objetivamente, para la tercera fuentes de verificación, para la cuarta supuestos o riesgos.

En la narrativa de objetivos se inscribe el fin, el propósito, los componentes o resultados y las actividades. En los indicadores, aparece la formulación para cada uno de los objetivos, contemplando cantidad, calidad, lugar, beneficiarios y tiempo en períodos para facilitar la evaluación, el presupuesto pasa a ser el indicador de las actividades. En las fuentes de verificación se describen las evidencias que facilitan observar el cumplimiento de los indicadores y en los supuestos se detallan las condiciones externas necesarias para la ejecución de las actividades y el cumplimiento de los objetivos.

Se ha de enfatizar que la dimensión tiempo expresado en períodos como parte de la formulación de los indicadores facilita plantear y ejecutar los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación. En cuanto a las fuentes de verificación generalmente deberían ser documentos que se producen durante la ejecución del proyecto, sin desatender que se pueden emplear fuentes especiales, de ser éste el caso se debe considerar su costo. Los supuestos son condiciones externas necesarias que deben darse para que el proyecto se ejecute normalmente, tienen implícitos riesgos, es decir, si, no aparecen los supuestos estos incidirían negativamente en el proyecto.

Los componentes son las obras, productos o servicios que el proyecto debe producir para alcanzar el propósito que representa el objetivo a cumplirse con el proyecto.

Para medir la coherencia de la formulación del marco lógico, se debe asegurar que las actividades planificadas permitan el cumplimiento de los componentes o faciliten los resultados a alcanzarse, estos a su vez deben permitir el logro del propósito y éste en consecuencia debe aportar al cumplimiento del fin; éste análisis corresponde a la valoración de la lógica vertical. La lógica horizontal debe contemplar que los indicadores sean capaces de medir el cumplimiento de los objetivos, las fuentes de verificación se constituyen en los elementos que dan fe del cumplimiento de los indicadores, en tanto que los supuestos deben ser los factores externos que, formulados en forma positiva, tomando en cuenta los indicadores contribuyan al cumplimiento de las actividades y de los objetivos. Examinado así el marco lógico no es una metodología solo para planificación, sino también de gran utilidad para la evaluación.



### *3.6 Marco lógico y sus aplicaciones para proyectos relacionados con el manejo sostenible de los recursos naturales.*

Luego del análisis realizado y considerando la base teórica, se aplicó la metodología para la formulación del proyecto de forestación para la microcuenca del río Chimborazo, trabajado en base a 12 talleres que incluyó el análisis de problemas, el análisis de objetivos, el análisis de alternativas, el análisis de involucrados, el diseño de la matriz de marco lógico en la que aparece la jerarquía de objetivos, las actividades, los indicadores, el resumen del presupuesto, las fuentes de verificación, los supuestos.

A partir del diseño de la matriz se trabajaron 7 talleres para la planificación operativa, hoja de recursos, presupuesto detallado, evaluación ex ante que implicó la realización del análisis financiero, social-económico, ambiental-cultural e institucional es decir aplicando las dimensiones de la sostenibilidad, posteriormente se trabajaron 5 talleres para definir la organización del proyecto en base a la confección de la estructura orgánica y funcional, el manual de funciones, los flujos de comunicación interna y cooperación externa del proyecto, también se trabajaron 3 talleres para la elaboración de los planes de monitoreo, seguimiento y evaluación. En la tabla 1 se encuentra el resumen del proyecto en referencia.

NARRATIVA DE OBJETIVOS	INDICADORES	FUENTES VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN: Se contribuye al manejo sostenible de la microcuenca del Río Chimborazo.	Mejora las condiciones ambientales, sociales y económicas de 13 comunidades de la microcuenca.	Observaciones Registros Climáticos	Se mantienen y manejan bajo enfoque sostenible las plantaciones
PROPÓSITO: Se establecen alternativas forestales en la microcuenca del río Chimborazo.	6 Programas forestales implementados y manejados desde 2018 al 2033.	Informes Técnicos Registros de plantación	Condiciones normales lluvia Participación permanente de las comunidades
COMPONENTE 1: Programas forestales con fines de protección.	<p><b>1.1</b> 13 Comunidades se lindern con 150 Km de especies forestales nativas, durante los inviernos del 2018, 2019 y 2020.</p> <p><b>1.2</b> 23 fuentes de agua protegidas en 6 comunidades con especies forestales nativas. La ejecución del programa será entre octubre del 2018 y abril del 2019.</p> <p><b>1.3</b> En los inviernos del 20018 y del 2019 se cubren 41,4 Km de riberas de ríos, con un total de 16.594 plantas de especies forestales nativas.</p> <p><b>1.4</b> Entre octubre del 2018 y abril del 2020 se implementan 127,5 ha de un sistema para silvopastura, incluyendo 12753 plantas de especies forestales nativas.</p> <p><b>1.5</b> Entre octubre del 2018 y abril del 2020 se cubren 24,8 ha con especies forestales nativas, para la estabilización de tierras.</p>	Informes Técnicos	<p>Lluvias en ciclos normales.</p> <p>La contribución de la gente se mantiene a lo largo de la ejecución del proyecto.</p>
COMPONENTE 2 Programas forestales con fines de producción.	<p><b>2.1</b> Entre octubre del 2019 y abril del 2020 se implementan plantaciones comunales productivas sobre una superficie total de 55 ha, con pino (<i>Pinus radiata</i>).</p> <p>Las comunidades por la cosecha de las plantaciones productivas, luego de 15 años de la plantación logran: TIR 114%, VAN 231,15, B/C 6,09</p>	Informes Técnicos	<p>Se maneja sosteniblemente las plantaciones</p> <p>Condiciones normales de lluvia</p> <p>Se decide la venta y reposición del bosque por las comunidades</p>
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PRESUPUESTO</b>		
1.1 Implementación linderaciones comunales	15.228,7 USD	Contabilidad, Proformas presupuestaria	Flujo normal de recursos económicos
1.2 Forestar las Fuentes de agua.	56.473,5 USD		
1.3 Forestar las riberas de los ríos.	7.454,6 USD		
1.4 Establecer silvopasturas.	7.355,4 USD		
1.5 Plantar Bosques Protectivos	10.381,4 USD		
2.1 Plantar Bosques Productivos	50.910,3 USD		
<b>TOTAL</b>	<b>147.803,9 USD</b>		

Tabla 1. Marco lógico para la forestación y reforestación en la microcuenca del Río Chimborazo.

Se puede determinar que el marco lógico no es solo la matriz, es una metodología que motivó la participación dinámica de los involucrados, en cada una de las fases del proceso, es incluyente, permitió retroalimentaciones permanentes en cada uno de los pasos que se dieron para la formulación, en la práctica se hizo un ejercicio de una evaluación constante que aportó al mejoramiento de la formulación del proyecto, facilitó la visualización constante del proceso de formulación, que a su vez incidió en que los involucrados manejen el concepto del proyecto forestal formulado, comprendiendo lo que se quiere hacer, el cómo y con qué se va ejecutar el mismo, además de que, como, cuando y quien va a evaluarlo. Los elementos de la evaluación ex ante permitieron la formulación de indicadores económicos, sociales, ambientales, que denotan la sostenibilidad del mismo.

### 3. Conclusiones

La mayoría de autores al referirse al marco lógico, lo hacen solo con relación a la matriz, obvian tratar el marco lógico como una metodología que se integra el diagnóstico, la identificación, la planificación, la organización, el monitoreo, el seguimiento, la evaluación, sin embargo, el marco lógico como matriz resume en un solo cuadro el diseño del proyecto que contiene elementos esenciales para el monitoreo, el seguimiento y la evaluación como es el caso de los indicadores y las fuentes de verificación.

El uso del marco lógico se ha extendido a la formulación y evaluación de proyectos de investigación, productivos, tecnológicos, a partir de las experiencias desarrolladas en el ámbito social. El uso de sus técnicas sencillas motiva la participación de actores sociales, de la producción y los servicios, dependiendo del entorno en el cual se formula, ejecuta y evalúa, para el presente caso los involucrados en el tema forestal en el campo del manejo sostenible de los recursos naturales.

### Referencias

1. Chamoun Yamal Juan. (2008). Administración Profesional de Proyectos. En C. J. Yamal, *Guía Práctica para Programar el Éxito de sus Proyectos* (pág. 13). México: McGraw-Hill Interamericana.
2. Crespo Marco A. (22 de junio de 2009). *Guía de diseño de proyectos sociales comunitarios bajo el enfoque de marco lógico*. Obtenido de Libro - Crespo: <https://ilcrobertschuman.files.wordpress.com/2013/07/libro-crespo.pdf>
3. Gestor de Proyectos Inteligente. (2015). *Software de asesoría al profesional*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/tipos-de-proyectos>
4. González Fernández, F. J. (2002). *Manual para una eficiente dirección de proyectos y obras*. Madrid, España: Fundación Confemetal. doi:<https://books.google.com.ec/books?id=MOJgjq-HYk-0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
5. Sergi Guillot, M. B. (2013). *Gestión de proyectos complejos*. Piramide
6. Rojas, F. (14 de Noviembre de 2007). *Formulación de proyectos*. Obtenido de <http://www.mailx-mail.com/curso-formulacion-proyectos/clasificacion-proyectos>

7. Business School - OBS. (2016). *Universitat de Barcelona*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/maestrias-y-posgrados-en-rrhh>
8. Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (Noviembre de 2011). *Ley Orgánica de los Consejos Comunales*. Obtenido de Guía de diseño de proyectos sociales comunitarios: [http://abacoenred.mayfirst.org/wp-content/uploads/2015/10/guia\\_de\\_diseno\\_de\\_proyectos\\_sociales\\_comunitarios\\_bajo\\_el\\_enfoque\\_del\\_marco\\_logico\\_\\_comp.pdf](http://abacoenred.mayfirst.org/wp-content/uploads/2015/10/guia_de_diseno_de_proyectos_sociales_comunitarios_bajo_el_enfoque_del_marco_logico__comp.pdf)
9. Conde de Lara, E. M. (2004). *Gaceta Medica Espirituana*. Obtenido de [http://bvs.sld.cu/revistas/gme/pub/vol.6.\(3\)\\_08/p8.html](http://bvs.sld.cu/revistas/gme/pub/vol.6.(3)_08/p8.html).
10. Carrasco Pacello Luis Antonio. (2009). Marco Logico, Instrumento para la Formulación de Proyectos. En C. P. Antonio, *Marco Logico, Instrumento para la Formulación de Proyectos* (págs. 9,10). Bolivia: Corripio.
11. Comisión Económica para América Latina y El Caribe - CEPAL. (Abril de Julio de 2005). *Publicación de las Naciones Unidas*. Obtenido de Manual Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf)
12. Banco Interamericano de Desarrollo . (Marzo de 1997). *manual na herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos*. Obtenido de [http://www.cedet.edu.ar/Archivos/Bibliotecas\\_Archivos/72BID-OVE%20-%20Marco%20L%20C3%B3gico.pdf](http://www.cedet.edu.ar/Archivos/Bibliotecas_Archivos/72BID-OVE%20-%20Marco%20L%20C3%B3gico.pdf)
13. Dirección de Vinculación, Cooperación, Prácticas y Pasantías - VINCOPP. (2015). *Matriz del marco* . Obtenido de <https://www.utmachala.edu.ec/archivos/vincopp/vinculacion/3.%20FORMATOS/ANEXOS/ANEXO%201.%20ESQUEMA%20DE%20PRESENTACION%20DE%20PROYECTOS.pdf>
14. Galvez, O. (20 de Agosto de 2009). *Obolog*. Obtenido de <http://juanoyarzo.obolog.es/jerarquia-objetivos-319500>
15. Fernandez Barbosa, E., & Guimaraes de Moura, D. (2013). *Proyectos educativos y Sociales*. São Paulo, Brasil: Narcea Ediciones. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=ceqJA-QAAQBAJ&dq=jerarquia+de+objetivos+en+un+proyecto&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=ceqJA-QAAQBAJ&dq=jerarquia+de+objetivos+en+un+proyecto&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
16. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura - IICA. (2006). *Curso de Preparación de Proyectos Agrícolas Honduras*. Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.
17. Comisión Económica para América Latina y El Caribe - CEPAL. (Abril de Julio de 2005). *Publicación de las Naciones Unidas*. Obtenido de Manual Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf)
18. Rodríguez, J. (2005 ). *Gestión de proyectos informáticos: métodos, herramientas y casos*. Barcelona: UOC.
19. Torres Andrade , C. M. (2010). *Magíster en Desarrollo Rural*. Obtenido de Planificación Estratégica Bajo Un Enfoque De Marco Lógico En Unidades De Instituciones De Salud.: [http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca\\_virtual/libros/2010/362.12TORp2010.pdf](http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2010/362.12TORp2010.pdf)
20. Bravo Lopez, M., & Barring , M. (2002). *Lineamientos metodológicos para la incorporación del enfoque de genero en la evaluación de proyectos*. IICA Biblioteca Venezuela.
21. Sanchez, N. (2 de Julio de 2007). *El marco logico. Metodología para la planificación, seguimiento*. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/25141/2/articulo11.pdf>
22. Sánchez Castillo, M. (2004). *Guía para la formulación de proyectos de investigación*. Bogota, D.C., Colombia: Coop. Editorial Magisterio. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=12QAoImkXsC&pg=PA74&dq=Resultados+esperados+de+un+proyecto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjplL\\_91Z\\_XAhUMOSYKHed5AvcQ6AEIJDA#v=onepage&q=Resultados%20esperados%20de%20un%20proyecto&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=12QAoImkXsC&pg=PA74&dq=Resultados+esperados+de+un+proyecto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjplL_91Z_XAhUMOSYKHed5AvcQ6AEIJDA#v=onepage&q=Resultados%20esperados%20de%20un%20proyecto&f=false)
23. Rodríguez, J. (2005 ). *Gestión de proyectos informáticos: métodos, herramientas y casos*.



- Barcelona: UOC.
24. 24. Ministerio de planificación, Chile. (2015). Obtenido de [http://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2013/05/25\\_Marco-L%C3%B3gico.pdf](http://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2013/05/25_Marco-L%C3%B3gico.pdf)
  25. 25. Sánchez Castillo, M. (2004). *Guía para la formulación de proyectos de investigación*. Bogotá, D.C., Colombia: Coop. Editorial Magisterio. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=12QAoImkJxsC&pg=PA74&dq=Resultados+esperados+de+un+proyecto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL\\_91Z\\_XAhUMOSYKHeD5AvcQ6AEIJDAA#v=onepage&q=Resultados%20esperados%20de%20un%20proyecto&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=12QAoImkJxsC&pg=PA74&dq=Resultados+esperados+de+un+proyecto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL_91Z_XAhUMOSYKHeD5AvcQ6AEIJDAA#v=onepage&q=Resultados%20esperados%20de%20un%20proyecto&f=false)
  26. 26. Wang, M. C. (1994). *Atención a la diversidad del alumnado* (Vol. VI). (N. Ediciones, Ed.) Filadelfia.
  27. 27. Galvez, O. (20 de Agosto de 2009). *Obolog*. Obtenido de <http://juanoyarzo.obolog.es/jerarquia-objetivos-319500>
  28. 28. Muñoz E. A. 2016. Guía para la formulación y evaluación de proyectos ecoturísticos y comunitarios. Una aplicación del Marco Lógico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería en Ecoturismo
  29. 29. Unidad Regional de Asistencia Técnica - RUTA. (2003). *Programa de Apoyo a la Implementación de Proyectos*. Obtenido de Serie Organización para la Ejecución de Proyectos, Planificación estratégica: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan030136.pdf>
  30. 30. Andrade Torres, C. M. (2010). Obtenido de Planificación Estratégica Bajo un Enfoque de Marco Lógico en Unidades de Instituciones de Salud.: [http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca\\_virtual/libros/2010/362.12TORp2010.pdf](http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2010/362.12TORp2010.pdf)
  31. 31. Carrasco Pacello Luis Antonio. (2009). Marco Logico, Instrumento para la Formulación de Proyectos. En C. P. Antonio, *Marco Logico, Instrumento para la Formulación de Proyectos* (págs. 9,10). Bolivia: Corripio.
  32. 32. De la fuente Olguin Jorge - CEPAL. (2015). *ILPES, Naciones Unidas*. Obtenido de [https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/3/34583/jdelafuente\\_marcologico.pdf](https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/3/34583/jdelafuente_marcologico.pdf)
  33. 33. Sanchez, N. (2 de Julio de 2007). *El marco logico. Metodología para la planificación, seguimiento*. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/25141/2/articulo11.pdf>
  34. 34. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA- OEA. (Agosto de 1981). Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=Zyn9jLYaFacC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=matriz+4x3+marco+logico&source=bl&ots=IigwjWWeSb&sig=1ZTmLTY\\_nIKC3kDY-CG-lp-Ykt\\_I&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjH8rOPzZjXAhVJ9YMKHa9EC-YQ6AEISTA-J#v=onepage&q=matriz%204x3%20marco%20logico&f=tru](https://books.google.com.ec/books?id=Zyn9jLYaFacC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=matriz+4x3+marco+logico&source=bl&ots=IigwjWWeSb&sig=1ZTmLTY_nIKC3kDY-CG-lp-Ykt_I&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjH8rOPzZjXAhVJ9YMKHa9EC-YQ6AEISTA-J#v=onepage&q=matriz%204x3%20marco%20logico&f=tru)
  35. 35. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social - CONEVAL. (19 de Septiembre de 2013). Obtenido de MATRIZ DE INDICADORES: [http://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/GUIA\\_PARA\\_LA\\_ELABORACION\\_DE\\_MATRIZ\\_DE\\_INDICADORES.pdf](http://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/GUIA_PARA_LA_ELABORACION_DE_MATRIZ_DE_INDICADORES.pdf)
  36. 36. Banco Interamericano de Desarrollo. (2004). *Orientaciones para la evaluación de proyectos de integración productiva*. Washington, D.C.
  37. 37. VINCOPP. (3 de marzo de 2015). *Dirección de Vinculación, Cooperación, Prácticas y Pasantías*. Obtenido de <https://www.utmachala.edu.ec/archivos/vincopp/vinculacion/3.%20FORMATOS/ANEXOS/ANEXO%201.%20ESQUEMA%20DE%20PRESENTACION%20DE%20PROYECTOS.pdf>
  38. 38. Gordillo, I. (2017). *Guía básica de formulación de programas y proyectos de vinculación con la sociedad*. Obtenido de <http://www.utmachala.edu.ec/archivos/porta1web/2.%20GUIA%20Proyectos%20VS%202015%20VINCOPP.pdf>

# ESTIMACIÓN DE CARBONO ALMACENADO EN DOS SISTEMAS AGROFORESTALES PLANTADOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

(ESTIMATE OF CARBON SEQUESTRATION IN TWO AGROFORESTRY  
SYSTEMS AT SANTA CATALINA EXPERIMENTAL STATION)

R. A. Ramos Veintimilla <sup>(1)\*</sup>, C.M. Nieto Cabrera <sup>(2)</sup>,  
J.R. Limongi Andrade <sup>(3)</sup>, F.M. Romero Mancero <sup>(4)</sup>

(1) Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Panamericana Sur km 1 ½. Riobamba, Ecuador. EC060155

(2) Profesor Agroecología, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador.

(3) Estación Experimental Portoviejo, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

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

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

## RESUMEN

Este trabajo se ejecutó en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP-Ecuador, ubicada a 3050 m de altitud, 12 °C de temperatura promedio y 1 200 mm de precipitación anual. Los suelos corresponden al orden Andisoles. El propósito fue determinar el potencial de fijación y almacenamiento de carbono en dos sistemas agroforestales aptos para la sierra ecuatoriana, plantados en 1995, en comparación con un sistema a campo abierto, para generar referencias útiles para el cambio de uso del suelo de sistemas convencionales a sistemas sostenibles y amigables con el ambiente. Los SAF estudiados fueron: 1) *Acacia melanoxylum* L. y *Buddleja incana* Ruiz y Pavón; y 2) *Alnus acuminata* O. Ktze y *Spartium junceum* L. Cada Sistema, estuvo formado de dos hileras de árboles de 30 m de largo, con 30 árboles y 30 arbustos, separados en forma alternada a 1 m dentro de hileras y a 2 m entre hileras, en el espacio entre las hileras de árboles y arbustos se evaluaron tres opciones de pastos. Del mismo modo, a un metro de la línea de árboles, a los dos costados externos de las barreras se sembraron parcelas con cultivos andinos. Las variables evaluadas fueron: densidad aparente de suelo, Carbono Orgánico total en el suelo, carbono en el mantillo debajo del sistema y en la biomasa aérea de las especies arbóreas y arbustivas. Para estimar la biomasa aérea de las especies arbóreas se utilizaron dos modelos alométricos. El carbono almacenado, en los primeros 12 años, en el Sistema *A. melanoxylum* y *B. incana* fue 13 % superior (168,49 t ha<sup>-1</sup>) al almacenado en el Sistema con *A. acuminata* y *S. junceum* (148,93 t ha<sup>-1</sup>) y 38 % más que el sistema agrícola a campo abierto (122,22 t ha<sup>-1</sup>). Alrededor del 75 % del carbono almacenado en los SAF evaluados se encuentra en la capa superficial del suelo (0,2 m), ésta característica indica la importancia del cuidado que se debe tener con el recurso suelo para evitar la erosión y la oxidación del carbono almacenado.

**Palabras claves:** Secuestro de carbono, servicio ambiental, sistema agroforestal

## ABSTRACT

This work was carried out in the Santa Catalina Experimental Station of the INIAP-Ecuador, located at an altitude of 3 050 meters, with an average temperature of 12°C and 1 200 mm of annual precipitation. The soils belong to the Andisols order. The purpose of this work was to determine the potential of carbon placement and storage in two agroforestry systems of the Ecuadorian highlands, planted in 1995, in comparison with an open field system, in order to generate useful references for the change of land use from conventional systems to sustainable systems and friendly with the environment. The AFS studied were: 1) *Acacia melanoxylum* L. and *Buddleja incana* Ruiz y Pavón; and 2) *Alnus acuminata* O. Ktze and *Spartium junceum* L. Each System was composed of two rows of trees 30 m long, with 30 trees and 30 shrubs, separated in alternating spacings of 1m and 2m between rows, in the space between the rows of trees and shrubs three pasture options were evaluated. In the same manner, plots of Andean crops were planted one meter from the tree line on both external sides of the barriers. The variables evaluated were: apparent density of soil, total Organic Carbon, biomass of tree and shrub species. To estimate the aerial biomass of tree species, two allometric models were used. Carbon stored, in the first 12 years, in System *A. melanoxylum* and *B. incana* was 13% more carbon (168.49 t ha<sup>-1</sup>) than an System with *A. acuminata* and *S. junceum* (148.93 t ha<sup>-1</sup>) and 38% more carbon than an open air agricultural field system (122.22 t ha<sup>-1</sup>), at twelve years. About 75% of the carbon stored in an agroforestry system is found in the surface layer of the soil (0,2 m), this characteristic reveals the importance and care that must be given to this resource when deciding on the type of management.

**Key words:** *Carbon sequestration, environmental service, agroforestry system.*

### 1. Introducción

En las últimas décadas, con el desarrollo desmesurado de algunas economías la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera ha aumentado considerablemente, esto tiene como consecuencia un incremento en la temperatura ambiental de la tierra, que podría generar un cambio climático con alteraciones en los ciclos hídricos, sequías, inundaciones y más desastres naturales que comprometerían la existencia de vida en el planeta (1, 2, 3, 4).

El uso de combustibles fósiles y el cambio en el uso del suelo son considerados a nivel mundial como las dos principales fuentes netas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, relacionadas con el cambio climático global (5, 2). Entre 1 989 y 1 990 las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de combustibles fósiles se estimó en 6,0 ± 0,5 Gt C, comparada con 5,7 ± 0,5 Gt C emitidas en 1 987 (6). Por otro lado, el flujo neto de CO<sub>2</sub> emitido por cambio en el uso del suelo (principalmente por deforestación), se ha estimado en 1,6 ± 1 Gt C para la década de los 1980 (7, 8, 9, 10).

El Protocolo de Kyoto y las subsecuentes Conferencias de las Partes (COP) de la Convención de Cambio Climático han despertado interés sobre el potencial de los ecosistemas Forestales y Agroforestales para fijar carbono, ya que la única forma de limpiar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera es a través de la fotosíntesis. Considerar este servicio ambiental y evaluarlo en términos ecológicos puede estimular pro-

yectos forestales dentro del marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio o para iniciativas de mercados paralelos de biocarbono (11, 12, 13, 14).

Los sistemas agroforestales son, no sólo una alternativa de producción sostenible, sino un modelo de agricultura climáticamente inteligente ya que permite diversificar las fincas e incrementar las fuentes de ingresos con la venta de servicios ambientales por reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico (15, 16, 17, 18, 19). El establecimiento de mercados de servicios ambientales puede contribuir de distintas maneras al desarrollo sostenible en el medio rural y en algunos casos sus beneficios trascienden el nivel local y adquiere una dimensión regional y hasta global (20, 21). El desarrollo de estos mercados puede conducir: al surgimiento de nuevas actividades económicas, generación de empleo y de ingresos a generadores de servicios ambientales. También, permite la transferencia de conocimientos y de recursos de otros sectores nacionales e internacionales al medio rural (22).

En un experimento realizado por (23) en el corregimiento de Santa Elena, Medellín-Colombia, encontró que un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum* almacenó 403,33 t ha<sup>-1</sup> de carbono orgánico total (sobre y bajo el suelo), mientras que en potreros sin árboles encontró 272,03 t C ha<sup>-1</sup>. Esta es una muestra de interés por conocer el potencial de almacenamiento de carbono en los sistemas agroforestales, ya que estos pueden ser reconocidos en sistemas de compensación o pago por servicios ambientales (PSA); por ejemplo, en Costa Rica, los Sistemas Agroforestales ya son reconocidos en programas de PSA a través del decreto No. 30962, en virtud de los servicios ambientales que brindan a la sociedad, entre los cuales se encuentran el secuestro de carbono.

Con base en la situación actual, la agroforestería puede considerarse como una estrategia REDD+, ya que puede contribuir a conservar y recuperar reservas de carbono, por lo menos mitigando la presión por deforestación de nuevas áreas para fines agrícolas, a través de la implementación de métodos comprobados de rehabilitación de áreas forestales degradadas en relación a los gradientes climáticos y potencialidades ecológicas de las especies (24).

La investigación se realizó en un experimento de dos sistemas agroforestales que se ha venido investigando durante doce años consecutivos en la Estación Experimental Santa Catalina, EESC, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, cuyo objetivo fue probar los sistemas agroforestales para optimizar el uso del suelo y generar referencias útiles para el cambio de uso de sistemas convencionales a sistemas sostenibles y amigables con el ambiente, como alternativa de manejo sostenible de pequeñas parcelas que representan el minifundio de la sierra ecuatoriana. En este estudio se cuantificó la biomasa y carbono almacenado en la fito-masa aérea (biomasa y mantillo) y el suelo a 0,20 m de profundidad.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Descripción del sitio

La evaluación de la biomasa y carbono se realizó en un experimento agroforestal de doce años de edad, ubicado en la EESC del INIAP, a 3 050 m de altitud, 0° 22' Latitud Sur y 78° 23' de Longitud Oeste, 12° C de temperatura promedio y 1 200 mm de precipitación anual. Los suelos corresponden al orden Andisoles, de textura franca y de topografía relativamente plana.

### 2.2 Descripción del ensayo

Los sistemas agroforestales (SAF) estudiados fueron: 1) La combinación Acacia-Quishuar, *Acacia melanoxylum* L. y *Buddleja incana* Ruiz y Pavón; y 2) La combinación Aliso-Retama, *Alnus acuminata* O. Ktze y *Spartium junceum* L.; donde Acacia y Aliso, entraron como componentes arbóreos, mientras que Quishuar y Retama, como componentes arbustivos. Se utilizó una parcela control, a campo abierto, de las mismas dimensiones y con el mismo manejo de cultivos (durante el periodo de investigación) que en las parcelas agroforestales.

Cada SAF, estaba formado por dos hileras de árboles de 30 m de largo, con 30 árboles y 30 arbustos, separados en forma alternada a 1 m dentro de hileras y a 2 m entre hileras. Las barreras están orientadas de Norte a Sur, el área ocupada por cada sistema es de 2 840 m<sup>2</sup>, incluidos caminos.

En el espacio entre las hileras de árboles y arbustos se sembraron tres opciones de pastos: alfalfa (*Medicago sativa* L); Rye Grass (*Lolium perenne* L.) y una mezcla de Rye Grass con trébol blanco (*Trifolium repens* L.), en parcelas de 20 m<sup>2</sup> cada uno. Del mismo modo, a un metro de la línea de árboles, a los dos costados externos de las barreras se sembraron parcelas con cultivos propios de la zona (Figura 1).

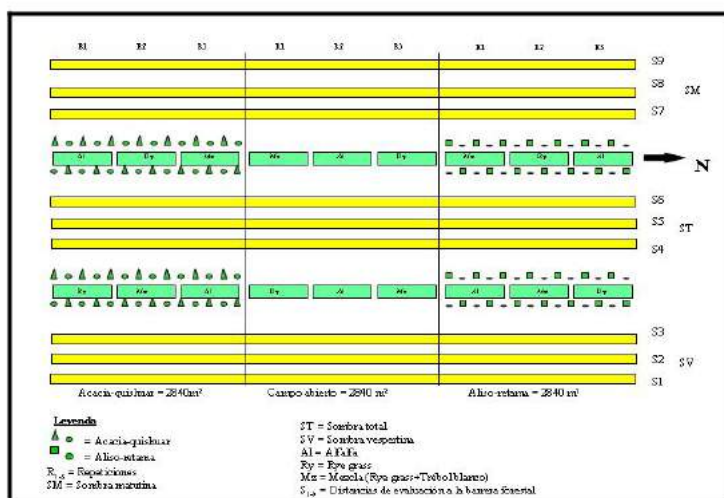


Figura 1. Disposición de los componentes de los Sistemas agroforestales evaluados.

El manejo agronómico de los sistemas agroforestales evaluados y la tecnología aplicada fue similar al manejo de los agroecosistemas típicos de subsistencia de la sierra ecuatoriana, es decir, sin la aplicación reiterada de pesticidas, en cada ciclo de cultivo; de igual forma, las especies arbóreas y arbustivas se manejaron con podas anuales, para conseguir la formación de fuste comercial de los árboles, y para obtener leña de árboles y arbustos y biomasa fresca (forraje) de los arbustos.

Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis Systems para Windows V8 (SAS V8) y se aplicaron diferentes metodologías, así: medidas de tendencia central y de dispersión, análisis de varianza. El nivel de significancia utilizado en las pruebas estadísticas realizadas fue del 95%. Para comparar las medias de las variables se realizaron pruebas de rangos múltiples de Duncan.

### 2.3 Metodología de toma de datos

#### • Inventario de árboles y arbustos

En todos los árboles presentes en cada SAF en estudio se registraron las siguientes variables: Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) a 1,3 m del suelo, en cm, altura del fuste (m) y altura total (m). En arbustos se cuantificó la biomasa total en forma destructiva (n=9).

#### • Estimación de biomasa aérea y carbono en el componente leñoso

Para estimar la biomasa aérea de las especies arbóreas se utilizó el modelo alo-



métrico elaborado por Riofrío (25) para *A. melanoxylum* y Muñoz (26) para *A. acuminata*. Se prefirió utilizar estos modelos alométricos ya que fueron generados en las mismas condiciones climatológicas y de ubicación que los sistemas agroforestales estudiados.

Modelo alométrico para *A. melanoxylum*, (25):

*Dónde:* Y = Biomasa aérea total (kg/árbol), DAP= Diámetro a la altura del pecho (cm), elevado al cuadrado.

Modelo alométrico para *A. acuminata*, (26):

*Dónde:* Y = Biomasa aérea total (kg/árbol), DAP= Diámetro a la altura del pecho (cm), Ht= Altura total elevado al cuadrado

El carbono almacenado en las especies leñosas se estimó multiplicando la biomasa aérea total por el factor 0,5 recomendado por el IPCC.

- **Carbono orgánico en el suelo (CO)**

En nueve puntos de muestreo ubicados en un transecto Este-Oeste, se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0 a 0,2 m y se envió al Laboratorio de Suelos de la EESC del INIAP, para determinar el porcentaje de carbono orgánico, con estos resultados se estimó la cantidad de carbono presente en el suelo. Para tal efecto se utilizó la siguiente fórmula.

*Dónde:* CS = Carbono en el suelo (t C ha<sup>-1</sup>)

P = Profundidad de muestreo en (m), CC = Contenido de Carbono (%), Da = Densidad aparente en (t m<sup>-3</sup>), Se multiplica por 100 para convertir a toneladas ha<sup>-1</sup>.

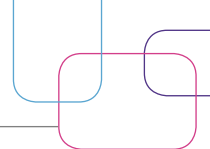
- **Densidad aparente (Da)**

Para esta variable se utilizó el método del “cilindro de volumen conocido” (27), donde se tomaron muestras de 0-0,2 m de profundidad, ubicando el cilindro muestreador en el tercio medio de la profundidad en estudio, las muestras se analizaron en el laboratorio de Suelos de la EESC del INIAP.

- **Carbono almacenado en el mantillo/hojarasca**

La hojarasca se cuantificó con la ayuda de un cuadrante de 0,25 x 0,25 m, realizando seis evaluaciones por SAF. Los contenidos de hojarasca de cada muestra fueron pesados en el campo y se enviaron al laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para obtener la biomasa del material. El contenido de carbono de la hojarasca se calculó con base en biomasa total y el





factor de conversión (0,5) recomendado por el IPCC.

• **Carbono almacenado en los sistemas de uso de la tierra en estudio**

La cantidad de carbono almacenado por los sistemas de uso de la tierra evaluados fue la sumatoria del carbono de: la biomasa aérea, la hojarasca o mantillo y la capa arable del suelo y se expresó en t ha<sup>-1</sup>.

**3. Resultados y discusión**

*3.1 Inventario de árboles y arbustos*

En el componente leñoso de cada SAF evaluado se registraron las siguientes variables de crecimiento: DAP a 1,3 m del suelo, en árboles, diámetro del fuste a 0,1 m del suelo, en arbustos y altura total tanto en árboles como en arbustos. En la Tabla 1 se presentan los datos promedios de estas variables, evaluadas al décimo segundo año de la plantación, donde se observa un comportamiento diferenciado de las especies evaluadas por estas variables. En el caso de *A. melanoxyllum* presentó un DAP de 22,22 ± 3,96 cm y una altura total de 15,51 ± 1,57 m en comparación a *A. acuminata* que presentó un DAP de 13,97 ± 3,19 cm y una altura total de 9,25 ± 1,25 m. En el caso del componente arbustivo, la retama (*S. junseum*) presentó un diámetro del fuste a 0,1 m del suelo de 16,91 ± 3,19 cm, frente a 12,04 ± 1,97 cm de quishuar (*B. incana*); las dos especies arbustivas presentaron una altura total de alrededor de 4 m. La variabilidad encontrada en las especies estudiadas por medio de las variables de crecimiento del componente leñoso de los SAF, se debe posiblemente al comportamiento característico de cada una de las especies, más no al efecto de la asociación en cada uno de los SAF.

Especie	Promedio	
	Diámetro (cm)	Altura total (m)
<i>A. melanoxyllum</i>	22,22 ± 3,96 *	15,51 ± 1,57
<i>A. acuminata</i>	13,97 ± 3,19 *	9,25 ± 1,25
<i>B. incana</i>	12,04 ± 1,97 **	4,05 ± 0,62
<i>S. junseum</i>	16,91 ± 3,19 **	4,88 ± 1,25
* = Diámetro del fuste a 1,3 m del suelo		
** = Diámetro del fuste a 0,1 m del suelo		

Tabla 1. Resultados de la evaluación del crecimiento del componente leñoso (árboles y arbustos) de los Sistemas Agroforestales en la EESC.

*3.2 Biomasa seca aérea el componente leñoso*

Para evaluar esta variable se sumó la biomasa presente tanto en árboles como en arbustos de cada SAF. Los promedios de biomasa aérea de los sistemas de uso del suelo evaluados fueron diferentes entre ellos. El mayor rendimiento promedio de biomasa aérea, se registró en el sistema Acacia-Quishuar con 63,00 ± 7,40 t ha<sup>-1</sup>,

seguido por el sistema Aliso-Retama con apenas  $18,75 \pm 1,79 \text{ t ha}^{-1}$  y finalmente, para el sistema control (campo abierto), por obvias razones no se registró biomasa leñosa (Figura 2). En esta gráfica se puede observar también que del total de biomasa leñosa presente en SAF Acacia-Quishuar, el 93,67 % corresponde al componente arbóreo y únicamente un 6,33 % al componente arbustivo; mientras que en el SAF Aliso-Retama el componente arbóreo aportó con el 74,75 % y el componente arbustivo con el 25,25 %. La gran diferencia en el aporte de biomasa entre las especies del componente leñoso de los SAF evaluados depende principalmente al hábito de crecimiento de las especies evaluadas, ya que *A. melanoxylum* presentó un IMA2 para DAP y altura Total del 48 % superior a *A. acuminata*, en las condiciones medioambientales de EESC. Según Nair PKR (28), es de esperar estos comportamientos de las especies arbóreas en áreas intervenidas y degradadas, lo que podría ser relativamente eficiente comparada con otras estrategias de uso de la tierra, debido a que los SAF producen aportes significativos de hojarasca que mejoran paulatinamente la fertilidad de los suelos y favorecen la acumulación de carbono a corto plazo.

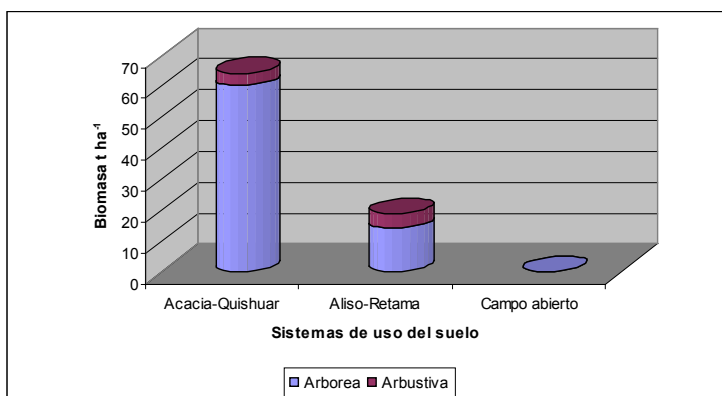


Figura 2. Biomasa seca aérea total de árboles y arbustos de los Sistemas Agroforestales en la EESC.

### 3.3 Densidad aparente ( $D_a$ ) y Carbono Orgánico en el suelo ( $CO$ )

En estudios de contenidos de carbono en suelo es muy importante conocer la densidad aparente de éste ya que una de las formas de reportar el contenido de  $CO$  es por unidad de volumen. En el análisis de varianza realizado para el contenido de carbono en el suelo, no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los sistemas de uso de la tierra en estudio, encontrándose un promedio de  $0,99 \text{ g/cm}^3$ , en los primeros  $0,2 \text{ m}$  de profundidad. Un alto contenido de materia orgánica en el suelo tiende a disminuir su densidad aparente, debido a que sus componentes son menos densos que los componentes minerales (29).

Varios investigadores (30, 31) indican que la dinámica del carbono en el suelo puede dividirse en tres fracciones: la fracción activa o carbono microbiano el

cual representa entre 1 y 2% del carbono orgánico total (CO total), la fracción de carbono orgánico lento (CO lento) y el carbono orgánico pasivo (CO pasivo). En esta investigación se analizó únicamente el CO total en la capa superficial (0 a 0,2 m). La evaluación del efecto de los SAF en estudio sobre el CO total se realizó a través de un análisis de varianza para un diseño irrestricto al azar (DIA) con tres observaciones. De los resultados de este análisis se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,0001$ ) para SAF. La comparación múltiple de Duncan con un  $\alpha$  del 5% para SAF en la variable contenido de CO total, determinó que los SAF Aliso-Retama con  $136,52 \text{ t ha}^{-1}$  y Acacia-Quishuar con  $131,48 \text{ t ha}^{-1}$  de CO, respectivamente, fueron significativamente mayores que el sistema Campo Abierto que presentó  $122,22 \text{ t ha}^{-1}$  de CO total (Figura 3).

Estos contenidos de carbono en suelo, a 0,2 m de profundidad, son el doble de los promedios reportados por otros investigadores (32, 22, 30) en estudios de suelo bajo diferentes sistemas de uso de la tierra en Centro América. El contenido del CO total en el suelo se relaciona con la biomasa de raíces finas (30). Es decir, tiene una tendencia a disminuir con el incremento en profundidad ya que una de las principales entradas de carbono al suelo está dado por la muerte constante de raíces finas (27, 28, 20).

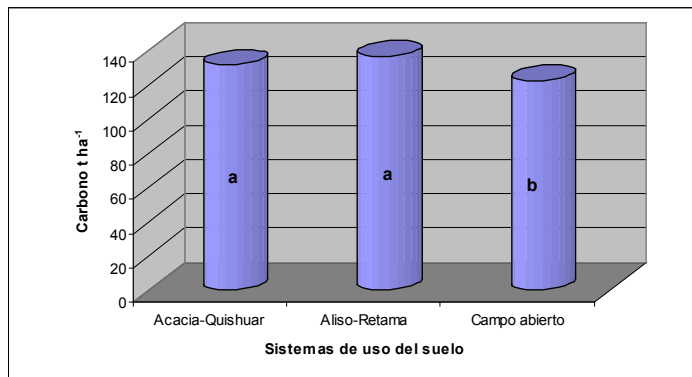


Figura 3. Promedios de Carbono total en suelo, a 0,2 m de profundidad, de Sistemas Agroforestales y Campo Abierto, evaluados en la EESC. (Letras iguales no difieren significativamente Duncan  $p < 0,05$ ).

### 3.4 Cantidad de carbono en el mantillo/hojarasca

La presencia del componente leñoso en los sistemas agroforestales estudiados influyó considerablemente primero en el volumen de mantillo acumulado en la superficie del suelo y luego, en el de secuestro de carbono en el mantillo (hojarasca). El aporte de carbono en el mantillo u hojarasca (Figura 4) fue de  $5,52 \text{ t ha}^{-1}$  para Acacia-Quishuar y de  $3,03 \text{ t ha}^{-1}$  para Aliso-Retama, correspondiendo al 3,26 % y 2,03 % del carbono total de los SAF antes indicados, respectivamente. Datos parecidos reportan varios autores entre ellos, (8, 20) en SAF en ecozonas húmedas y sub-húmed

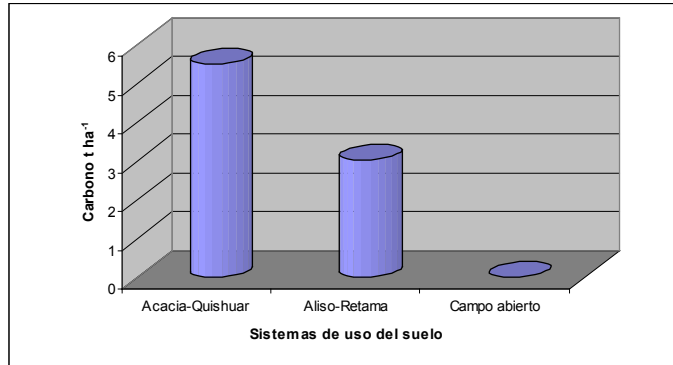


Figura 4. Carbono almacenado en mantillo/hojarasca de Sistemas de uso del suelo (Acacia-Quishuar, Aliso-Retama y Campo Abierto) evaluados en la EESC.

### 3.5 Carbono almacenado en los sistemas de uso del suelo en estudio

Para evaluar esta variable se sumó el CO total almacenado en los componentes evaluados (en la parte aérea y bajo el suelo hasta 0,2 m de profundidad), en cada uno de los sistemas de uso del suelo. Con estos datos, se realizó un análisis de varianza para un Diseño Irrestringido al Azar (DIA). Este análisis detectó que los Sistemas de uso de la tierra Acacia-Quishuar (168,49 t ha<sup>-1</sup>), Aliso-Retama (148,93 t ha<sup>-1</sup>) y Campo Abierto (122,22 t ha<sup>-1</sup>) de CO, fueron estadísticamente diferentes entre ellos ( $p < 0,05$ ), (Figura 5) y al realizar la prueba de significación Duncan al 5%, esta encontró que los sistemas agroforestales Acacia-Quishuar y Aliso-Retama almacenan mayor cantidad de carbono que un sistema agrícola a campo abierto, por lo cual proporcionan un servicio ambiental. En ese sentido, (33) corroboran lo encontrado en la investigación y manifiestan que se estima que el establecimiento de sistemas agroforestales a escala global puede capturar cerca de 38 billones de megagramos de carbono, con una capacidad de almacenamiento de carbono que oscila entre 12 y 200 Mg ha<sup>-1</sup>, y aproximadamente 95 Mg ha<sup>-1</sup> en zonas tropicales

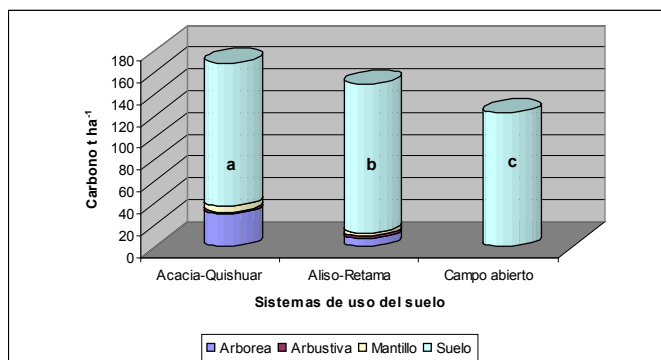


Figura 5. Carbono almacenado en Sistemas de uso de la tierra (Acacia-Quishuar, Aliso-Retama y Campo Abierto), evaluados en la EESC (Letras iguales no difieren significativamente Duncan  $p < 0,05$ ).

En la Figura 5, se puede observar también que los SAF se presentan como sumideros eficaces de carbono (38 % en el caso de Acacia-Quishuar y 22 % en Aliso-Retama), superiores, en comparación al sistema Campo Abierto; de los cuales, el 22,26 % y 8,37 % son incrementos de carbono en los SAF Acacia-Quishuar y Aliso-Retama por efecto de las especies leñosas. Por otra parte, se puede observar que el suelo es un componente muy importante para almacena el carbono, debido a que sobre el 75 % del CO total de los SAF se encuentra en éste, lo cual indica la importancia que hay que darle a este recurso en cuanto a su manejo, ya que si no se utiliza tecnología adecuada éste se puede perder por erosión, situación observable en más del 80 % de los suelos de la Sierra ecuatoriana. Estos datos corroboran a lo reportado por varios autores entre ellos (32, 28, 22, 30), donde manifiestan haber encontrado en estudios bajo Sistemas Silvopastoriles sobre el 80% del CO total en el suelo y el 20% en componentes sobre el suelo.

#### 4. Conclusiones

Los Sistemas Agroforestales probados en la EESC (Acacia-Quishuar y Aliso-Retama), en comparación con el sistema agrícola a Campo abierto, proporcionan un servicio ambiental de almacenamiento de carbono que es significativo, aunque variable dependiendo de las especies leñosas que conforman los sistemas.

Un Sistema Agroforestal con *Acacia melanoxylum* y *Budlejja incana* almacena 13 % más carbono que un Sistema Agroforestal con *Alnus acuminata* y *Spartium junceum* y 38 % más que un sistema agrícola a campo abierto, evaluados a los doce años desde su plantación.

Alrededor del 75 % del carbono almacenado en un Sistema Agroforestal se encuentra en la capa superficial del suelo (0 a 0,2 m), ésta característica indica la importancia del cuidado que se debe tener con el recurso suelo agrícola, especialmente al momento de decidir en el tipo de uso y labranza, para evitar no solamente la erosión del mismo sino la oxidación de la materia orgánica contenida y con ello la pérdida de CO.

#### Agradecimientos

Dejamos nuestro sincero agradecimiento al equipo técnico del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Santa Catalina por su apoyo brindado en la ejecución del proyecto de investigación en Agroforestería, y a la SENESCYT (FUNDACYT) quienes aportaron económicamente en el desarrollo de la iniciativa.

#### 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.

## Referencias

1. Wigley, T. M. L., 1999. The science of climate change: global and US perspectives. Washington, Pew Center on Global Climate Change. 48 p.
2. Thompson ID, J Ferreira, T Gardner, M Guariguata, LP Koh, K Okabe, Y Pan, CB Schmitt, J Tylianakis. 2012. Forest biodiversity, carbon and other ecosystem services: relationships and impacts of deforestation and forest degradation. In Parrota J, C Wildburger, S Mansourian eds. Understanding Relationships between Biodiversity, Carbon, Forests and People: The Key to Achieving REDD+ Objectives. Viena, Austria. A global assessment report IUFRO. p. 21-52.
3. Thompson ID, M Guariguata, V Kapos, K Okabe, C Bahamondez, V Heymell, R Nasi, C Sabogal. 2013. An operational framework for defining and monitoring forest degradation. *Ecology and Society* 18(2): 20. <<http://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss2/art20>>.
4. Ciais, P.; C Sabine, G Bala, L Bopp, V Brovkin, J Canadell, A Chhabra, R DeFries, J Galloy, M Heimann, C Jones, C Le Quéré, RB Myneni, S Piao, P Thornton. 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In Stocker, TF, D Qin, GK Plattner, M Tignor, SK Allen, J Boschung, A Nauels, Y Xia, V Bex, PM Midgley eds. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York. Cambridge University Press. p. 465-570
5. Mintzer, I. 1992. Confronting Climate Change. Risk Implications and Responses. Cambridge, University Press, Cambridge.
6. IPCC, 1990. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
7. IPCC, 1992. Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
8. Pan Y, RA Birdsey, J Fang, R Houghton, P Kauppi, WA Kurz, OL Phillips, A Shvidenko, SL Lewis, JG Canadell, P Ciais, RB Jackson, SW Pacala, AD McGuire, S Piao. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333: 988-993. DOI: 10.1126/science.1201609.
9. Porro R, RP Miller, MR Tito, JA Donovan, JL Vivan, R Trancoso, RF Van Kanten, JE Grijalva, BL Ramirez, AL Gonçalves 2012. Agroforestry in the Amazon Region: A Pathway for Balancing Conservation and Development. In Nair PKR, D Garrity eds. Agroforestry: The Future of Global Land Use. Advances in Agroforestry 9. p. 391-428. DOI 10.1007/978-94-007-4676-3\_20.
10. Boucher, D.; S. Roquemore, E. Fitzhughl. 2013. Brazil's Success in Reducing Deforestation. *Tropical Conservation Science* 6 (3): 426-445.
11. Benítez, P.; De Koning, F.; López, M.; Paredes H. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente del Ecuador. Informe TWF-31s. Del Programa de Apoyo Ecológico (TÖB) de la Cooperación Técnica Alemana GTZ. Eschborn – Alemania. 2 p.
12. Laurance WF, MA Cochrane, S Bergen, PM Fearnside, P Delamonica, C Barber, S D'Angelo, T Fernandes. 2001. The future of the Brazilian Amazon. *Science* 291: 438-439.
13. Laurance WF, AKM Albernaz, FM Fearnside, HL Vasconcelos, LV Ferreira. 2004. Deforestation in Amazonian. *Science* 21: 1109-1111.
14. Gatti LV, M Gloor, JB Miller, CE Doughty, Y Malhi, LG Domingues, LS Basso, A Martinewski, CSC Correia, VF Borges, S Freitas, R Braz, LO Anderson, H Rocha, J Grace, OL Phillips, J Lloyd. 2014. Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmo-

- spheric measurements. *Nature* 506: 76-86. DOI: 10.1038/nature12957.
15. Soares-Filho BS, DC Nepstad, LM Curran, GC Cerqueira, RA Garcia, CA Ramos, E Voll, A McDonald, P Lefebvre, P Schlesinger. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440: 520-523. DOI: 10.1038/nature04389.
  16. Nobre CA, LDS Borma. 2009 'Tipping points' for the Amazon forest. *Current Opinion Environment Sustainability* 1: 28-36. DOI: 10.1016/j.cosust.2009.07.003.
  17. Nepstad DC, BS Soares-Filho, F Merry, A Lima, P Moutinho, J Carter, M Bowman, A Cattaneo, H Rodrigues, S Schwartzman, DG McGrath, C Stickler, R Lubowski, P Piris-Cabezas, S Rivero, A Alencar, O Almeida, O Stella. 2009. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* 326: 1350-1351. DOI: 10.1126/science.1182108.
  18. Soares-Filho B, P Moutinho, D Nepstad, A Anderson, H Rodrigues, R Garcia, L Dietzsch, F Merry, M Bowman, L Hissa, R Silvestrinia, C Maretti. 2010. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 10821-10826. DOI: 10.1073/pnas.0913048107.
  19. Aragão LEOC, B Poulter, J Barlow. 2014. Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. *Biological Reviews* 89(4): 913-931. DOI: 10.1111/brv.12088.
  20. Kapos V, WA Kurz, T Gardner. 2012. Impacts of forest and land management on biodiversity and carbon. In Parrota JA, C Wildburger, S Mansourian eds. *Understanding Relationships between Biodiversity, Carbon, Forests and People: The Key to Achieving REDD+ Objectives*. Viena, Austria. A global assessment report IUFRO. p 53-78.
  21. Tremblay S, M Lucotte, JP Revéret, R Davidson, F Mertens, CJ Passos, CA Romaña. 2015. Agroforestry systems as a profitable alternative to slash and burn practices in smallscale agriculture. *Agroforestry Systems* 89: 193-204. DOI: 10.1007/S10457-014-9753-Y.
  22. Ruiz, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 106 p.
  23. Giraldo L. A.; Zapata M.; Naranjo J. F.; Sneider M.; Cuartas C. A.; Botero A.; Arias L. 2003. Estimación de las existencias de carbono en el sistema silvopastoril *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum*. In *Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia. Contribuciones para la mitigación del cambio climático*. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Departamento de Ciencias forestales/Centro Andino para la economía en el medio ambiente. Colombia 314 p.
  24. Villa, PM.; Martins, S.; Delgado L.; Nolasco de Oliveira, Silvio, Mota N. 2015. La agroforestería como estrategia para la recuperación y conservación de reservas de carbono en bosques de la Amazonía. *Bosques* 36(3):347-356. DOI: 10.4067/S0717-92002015000300002
  25. Riofrío, J.; Ramos, R. y Muñoz, J. 2006. Ajuste de modelos alométricos para biomasa de *Acacia melanoxylum* L. bajo Sistema Agroforestal en la Sierra ecuatoriana.
  26. Muñoz, J.; Ramos, R.; Riofrío, J. y Nieto, C. 2007. Modelos alométricos para estimación de carbono en aliso (*Alnus acuminata* O. Ktze) bajo sistema agroforestal en la sierra ecuatoriana.
  27. MacDiken, K. 1997. *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International, 1611 N. Kent St., Suite 600, Arlington, VA 22209, USA. 87 p.
  28. Nair PKR, VD Nair, BM Kumar, JM Showalter. 2010. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Advances Agronomy* 108: 237-307. DOI: 10.1016/S0065-2113(10)08005-3.
  29. Henríquez C.; Cabalceta G. 1999. *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola*. Universidad de Costa Rica/ACCS. 1 ed. San José, C. R. 112 p.
  30. Ramos, R. 2003. Fraccionamiento del carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la



- tierra en fincas ganaderas de San Miguel de Barranca, Puntarenas-Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 81 p.
31. Ramos, R. Miranda, A. Crisanto, T. 2017, Romero, F. 2017. Comparativo de almacenamiento de carbono en Bosque Análogo y dos tipos de uso de la tierra, en el cantón Cumandá-Chimborazo-Ecuador. *In* memorias Primer Congreso de Bosques y Agroforestería para el Siglo XXI. ESPOCH 2017. Riobamba-Ecuador (en edición).
  32. López, M.; Koning, F.; Paredes, H.; Benítez, P. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el noroccidente de Ecuador (en línea). Proyecto CO2-GTZ / University of Gottingen, Gottingen-Alemania. Consultado el 10 de oct. del 2003. Disponible en <http://www.gtz.de/toeb>
  33. Albrecht A, ST Kandji. 2003. Carbon sequestration in tropical Agroforestry Systems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 99: 15-27.



# DETECCIÓN DE PATRONES DE PARTICIPACIÓN EMPLEANDO MINERÍA DE DATOS, PARA PREDECIR ESTUDIANTES EXITOSOS

DETECTION OF PARTICIPATION PATTERNS USING DATA MINING, TO  
PREDICT SUCCESSFUL STUDENTS.

Gustavo Xavier, Hidalgo Solórzano <sup>(1)\*</sup>, Vanessa Lorena, Valverde González <sup>(2)</sup>,  
Danilo Mauricio, Pastor Ramírez<sup>(3)</sup>

(1) Dirección de Tecnologías de la información y Comunicación,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(2) Facultad de Mecánica de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

(3) Facultad de Informática y Electrónica de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Informáticos,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 032605690,  
ghidalgo@esPOCH.edu.ec (G, Hidalgo Solórzano)

## RESUMEN

Este estudio define un modelo de predicción basado en el algoritmo de Minería de Datos Perceptron Multicapa, fue seleccionado mediante la curva ROC; de esta manera se utiliza datos históricos del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) de la materia de Aplicaciones Web del noveno semestre de la Escuela de Ingeniería en Sistemas. Además, se utilizó una metodología basada en la obtención de las fuentes de datos, procesamiento de datos, extracción y limpieza, creación del modelo, interpretación de resultados. Las fuentes de datos utilizadas fueron: la Plataforma Virtual de la ESPOCH y el Sistema Académico Institucional; el procesamiento se realizó en el motor PostgreSQL; se crearon dos Data Mart utilizando un modelo dimensional relacional tipo estrella con tablas de dimensiones y hechos con sus respectivas medidas, el conjunto de datos contenidos en estas tablas fueron sometidos a la herramienta weka y código R para identificar los patrones y su posterior predicción. Los datos de la asignatura Didáctica Informática de la Carrera de Ingeniería en Sistemas, fue sometido al algoritmo para crear el modelo. De esta manera el modelo proporciona un 90% de certeza aceptando la hipótesis nula.

**Palabras Claves:** *Algoritmos Predictivos, Minería De Datos, Perceptron Multicapa, Aprendizaje No Supervisado, Predicción.*

## ABSTRACT

This study defines a prediction model based on the Multilayer Perceptron Data Mining algorithm, was selected using the ROC curve; In this way, historical data of the Virtual Learning Environment (EVA) of the Web Applications subject of the ninth semester of the School of Systems Engineering is used. In addition, a methodology based on obtaining data sources, data processing, extraction and cleaning, creation of the model, interpretation of results was used. The data sources used were: the Virtual Platform of the ESPOCH and the Institutional Academic System; the processing was performed on the PostgreSQL engine; Two Data Marts were created using a star-type relational

dimensional model with tables of dimensions and facts with their respective measurements, the data set contained in these tables were submitted to the weka tool and R code to identify the patterns and their subsequent prediction. The data of the subject Computer Science of the Systems Engineering Career was submitted to the algorithm to create the model. In this way the model provides a 90% certainty accepting the null hypothesis.

**KEYWORDS:** *Predictive Algorithm, Datamining, Perceptron Multicapa, Unsupervised Learning, Predictive.*

## 1. Introducción

Actualmente, el tema de la minería de datos se ha convertido en una herramienta muy utilizada en el campo investigativo, muchos investigadores acogen estas técnicas para poder realizar desde estudio de tendencias o búsquedas de patrones hasta predicciones para la toma de decisiones.

Es así que estudios como la predicción de la deserción escolar utilizando algoritmos de árbol de decisión y k vecinos más cercanos (1), mostrando que las técnicas de minería de datos que usaron proporcionan una manera que permite determinar aquellos alumnos que son candidatos a desertar; O como (2) con su artículo “Árboles de regresión y otras opciones metodológicas aplicadas a la predicción del rendimiento académico”, logra construir un algoritmo para detectar estudiantes con alto riesgo de fracaso académico e identificar los mejores predictores del rendimiento.

De esta manera la minería de datos se convierte en una herramienta tecnológica potente para el escenario de toma de decisiones. El trabajo se basa en la tendencia de minar datos para la detección de patrones de participación empleando técnicas de minería de datos, para predecir estudiantes que podrían ser exitosos en el futuro inmediato o en un determinado periodo.

El objetivo es definir un modelo en base a un algoritmo predictivo no supervisado, para detectar patrones en la participación académica de los estudiantes con el fin de detectar quien va a tener éxito en la cátedra de un determinado periodo.

La investigación se desarrolló mediante técnicas de observación y manipulación de un conjunto de datos cuya selección fue intencional y dirigida usando el tipo de investigación cuasi experimental. El alcance de este trabajo contempla el análisis de los datos de evaluación, participación en el aula virtual de la materia de Aplicaciones Web del 5to semestre de la Escuela de Ingeniería en sistemas, los patrones encontrados revelan que mientras más participación tenga el o los estudiantes en el Entorno Virtual la probabilidad de tener éxito en el semestre es mayor al 89,7%.

## 2. Materiales y Métodos

Utilizando el Reglamento de Régimen Académico de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en lo que respecta al normativo de calificaciones; se procedió a la extracción de datos desde el Sistema Académico y la Plataforma de Educación Virtual hacia una estructura de almacenamiento de datos compuestas por dos Data Mart y alojadas en un servidor PostgreSQL.

Se plantean dos variables, Patrones de participación empleando Minería de Datos en un Entorno Virtual de Aprendizaje y Estudiantes exitosos; mismas que van a ser sometidas a un análisis para luego procesarlas mediante una prueba estadística para comprobar la hipótesis.

En lo que respecta a la población que se utilizó es de carácter finita, el muestreo a utilizarse es intencionado, ya que son datos histórica de los estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica, Carrera de Ingeniería en Sistemas; que estén matriculados en las asignaturas virtuales de la plataforma virtual de educación y además que el docente utilice para su labor académica.

La población (P) representa la cantidad de cursos virtuales utilizados por los docentes de la Carrera de Sistemas Informáticos en el periodo septiembre 2014 – febrero 2015.

P=8 Cursos virtuales en uso

El muestreo a utilizarse es un muestreo de juicio, ya que se toma la muestra a partir de los estudiantes matriculados en los cursos virtuales cuyos docentes realizaron actividades como: exámenes en línea, tareas, foros y recursos como documentos, artículos.

De esta manera gracias a la exploración de los datos histórica tenemos que existen 8 cursos virtuales que tuvieron interacción entre el docente y los estudiantes, de los cuales 3 de ellos se acoplaron al Reglamento de Régimen Académico Art. 59.

Usando la técnica no probabilística con la estrategia sujeto tipo se escoge el curso con identificador de base de datos 652 que corresponde a la cátedra de Aplicaciones Web del quinto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Informática y Electrónica en el periodo académico Septiembre 2014 – Febrero 2015, por tener datos puros, profundidad de datos y calidad de información como son: continuidad en la utilización de foros, chat, tareas, recursos, exámenes en línea, e historial de visitas.

Además, esta cátedra ajusta en un 71,4% del 80% de las evaluaciones acumulativas como lo especifica el modelo de evaluación del Régimen Académico de la Institución; dejando fuera del estudio el 8,6% de la calificación del total, por

considerar que esta calificación se obtiene mediante otros medios que no necesariamente son los de la Plataforma de Educación Virtual.

El método utilizado es el Científico Hipotético Deductivo, por considéralo como un camino lógico para buscar la solución a los problemas (3); el método de observación se aplica a el conjunto datos definidos como fuente de información primaria, con el propósito de obtener los resultados y deducir la hipótesis siguiendo estos pasos: planteamiento del problema, formulación de la hipótesis, levantamiento de la información, análisis e interpretación de datos, la comprobación de la hipótesis y la difusión de los resultados de la investigación.

### *2.1 Análisis y Procesamiento de la Información (Procedimiento)*

1. ¿Cómo poder identificar aquellos estudiantes que van a tener éxito en la asignatura?, para de esta manera identificar a aquellos que no van a tener éxito y ayudarlos antes de que fracasen; Planteado el problema podemos empezar a identificar las fuentes de origen de datos; en este caso tenemos la base de datos del Plataforma de Educación Virtual y la base de datos de OASIng\_Sistemas del Sistema Académico.
2. De acuerdo al planteamiento del problema la hipótesis que se formula en el presente trabajo es “DETECCIÓN DE PATRONES DE PARTICIPACIÓN EMPLEANDO MINERÍA DE DATOS, PARA PREDECIR ESTUDIANTES EXITOSOS.”; con ello recurrimos a la fase de Pre-procesamiento: Las entidades utilizadas para el estudio son identificadas y almacenadas temporalmente en tablas del DataWare House.
3. Utilizamos la técnica de Exploración transformación, para el levantamiento de la información de esta manera los datos contenidos en las tablas son explorado e identificados aquellos que van a servir para el análisis. Luego son almacenados en las distintas dimensiones y tablas de hechos del DataWare House.
4. Análisis e interpretación de datos (Reconocimiento de patrones): La tabla de hechos es sometida al sistema weka para el descubrimiento de patrones o pistas en los datos.
5. Mediante la curva ROC (Receiver Operating Characteristics) escogemos el algoritmo que mejor se acople para realizar las predicciones.
6. Se somete al mismo procedimiento anterior un conjunto de nuevos individuos o estudiantes actuales (4).
7. Finalmente se realizó el análisis estadístico de los resultados obtenidos entre el grupo de tratamiento y grupo de individuos nuevos, para la comprobación de la hipótesis aplicando la prueba t-student para muestras relacionadas.

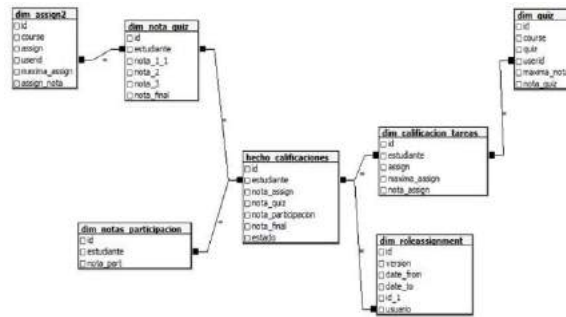


Fig. 1: Modelo dimensional estrella, Estructura de las tablas relacionadas en el Data Warehouse.

La Figura 1, representa el esquema dimensional tipo estrella copo de nieve que se diseñó para del Data WareHose en el motor PostgreSQL, donde se va a almacenar los datos que van a ser extraídos de las bases de datos del Sistema Académico y la Plataforma de Educación Virtual.

De esta manera este esquema contiene una tabla de hechos llamada hecho\_calificaciones, 4 tablas de dimensiones que reflejan las participaciones que han realizado los estudiantes durante el semestre, la tabla dim\_nota\_participacion contiene gran cantidad de datos como: participación en las distintas actividades, tiempo de duración en esas actividades, entre otras; El resto de tablas contiene las calificaciones que el docente realizo a los diferentes trabajos relacionados con cada actividad.

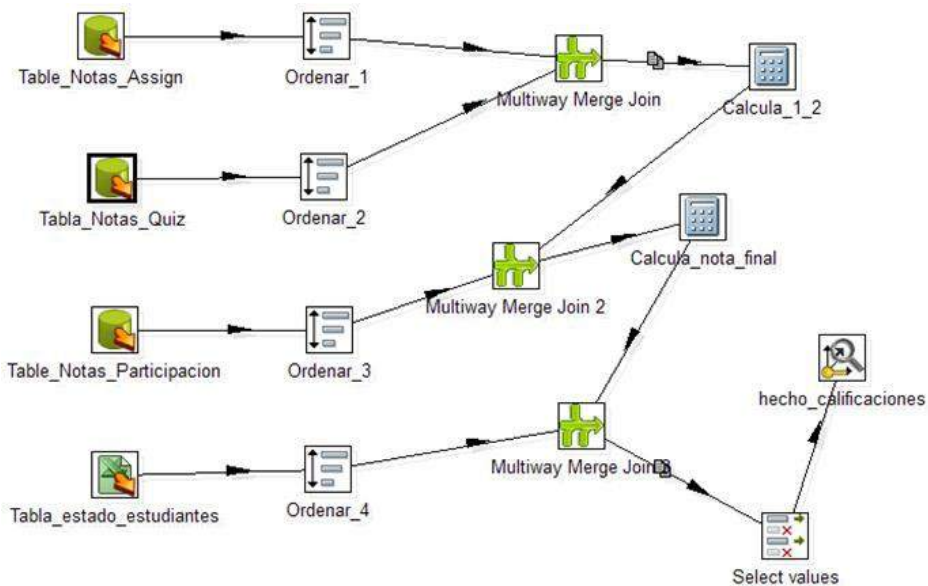
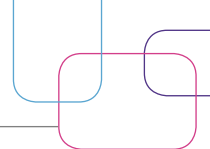


Fig. 2: ETL hecho\_calificaciones, Herramienta de Extracción, transformación y limpieza de datos desde las fuentes de datos.





La Figura 2, es el esquema general de la Extracción de datos (ETL) que se realiza desde la herramienta Pentaho desde las bases de datos históricas hacia las tablas del Data WareHose.

## 2.2 Creación del Modelo

Para la creación del modelo se escogió una asignatura de acuerdo a las siguientes reglas:

Regla 1 (R1).- La cátedra en mención debe utilizar la plataforma virtual de aprendizaje de la ESPOCH.

Regla 2 (R2).- El EVA de esta catedra de contener actividades como assign, quiz y log de participación en forum, chat, course, resource, choice, entre otros.

Regla 3 (R3).- El porcentaje de calificación que se toma en cuenta desde el EVA para la nota final debe ser mayor o igual al 60,7% del 80% de las notas acumulativas.

Regla 4 (R4).- Debe pertenecer a la Escuela de sistemas.

Regla 5 (R5).- El número de estudiantes que toma la materia tiene que ser mayor o igual que 29. Tomado en cuenta estas reglas se tiene el siguiente análisis.

Cátedra	R1	R2	R3	R4	R5
Interfaz y multimedia	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple
Proyecto de tesis	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple
Arquitectura de computadores	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple
<b>Didáctica Informática</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>
Redes de Computadores	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple
Sistemas de información geográfica	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 1. Asignaturas que se cumplen con las reglas establecidas para escoger los individuos del modelo.

De esta manera se escoge a la asignatura Didáctica Informática para la creación del modelo.

## 2.3 Porcentaje de aprendizaje del modelo

El modelo según los datos de ensayo o experimento ofrece un 89,7 % de aprendizaje, este dato son importante ya que permite saber que tan exacto será la predicción de nuevos individuos.

```

=== Detailed Accuracy By Class ===

          TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  ROC Area  Class
          0.947    0.2      0.9        0.947   0.923      0.947    si
          0.8      0.053   0.889     0.8     0.842      0.947    no
Weighted Avg.  0.897    0.149   0.896     0.897   0.895      0.947

=== Confusion Matrix ===

  a  b  <-- classified as
18  1  | a = si
 2  8  | b = no
    
```

Fig. 3: Aprendizaje del Modelo. Reporte generado por la herramienta WEKA

La matriz de confusión es el resultado que brinda los algoritmos de clasificación para evaluar la predicción que realiza, de esta manera nos permite tener un medio más para la toma de decisiones (5).

Cuando la *matriz de confusión* muestra su diagonal de derecha a izquierda mayor a su diagonal inversa esto es una señal que el modelo es bueno en este caso la diagonal 18 – 8 es mayor a la diagonal 2 – 1, ya que  $18 > 2$  y  $8 > 1$ .

Esto quiere decir que de 20 datos que indican “si” el modelo fallo o no acertó solamente en 2; de la misma manera de 9 datos que indican “no” solo fallo en 1.

Un dato que nos indica también que el modelo va a predecir bien los datos es el *Precisión* este nos muestra un 0.896 es decir un 89,6%, un alto margen de aceptabilidad.

De la misma forma los Verdaderos positivos, es de 89,7% es un alto margen de verdad o predicción acertadas sin equivocación, reduciendo los Falsos positivos a 14.9% un margen aceptable de error.

Por último, el patrón *Recall* o también conocido como porcentaje de aprendizaje, es del 89,7%, indicando que el modelo ha aprendido en gran medida de los datos ingresados.

Al aplicar el esquema a nuevos individuos nos muestra que en la tabla de predicciones aquellos estudiantes que están sobre el 70% o 0,7 aprobarán la asignatura con una certeza el 89,7%; mientras que aquellos que están por debajo del 70% o 0,7 reprobarán la asignatura. La Tabla 2 muestra la tabla esta predicción (Estudiantes de Aplicaciones Web o individuos nuevos) y compara con el modelo antes creado (Estudiantes de Didáctica Informática o individuos del modelo) evidenciando una similitud.



Predicción				Datos Reales			
id	Código	Predicción	Estado	ID	Código	Porcentaje	Estado
1	4262	0,99997870	A	1	4262	0,7	A
2	4320	0,97833270	A	2	4320	0,875	A
3	4349	0,96385450	A	3	4349	0,7	A
4	4722	0,97833270	A	4	4722	0,7	A
5	4917	0,76382880	A	5	4917	0,875	A
6	4924	0,76382890	A	6	4924	0,725	A
7	4977	0,96385450	A	7	4977	0,7	A
8	5125	0,00066350	R	8	5125	0,7	A
9	5138	0,03805050	R	9	5138	0,7	A
10	5172	0,99986370	A	10	5172	0,7	A
11	5199	0,95268240	A	11	5199	0,7	A
12	5208	0,96385430	A	12	5208	0,9	A
13	5228	0,95274430	A	13	5228	0,7	A
14	5295	0,96385450	A	14	5295	0,7	A
15	5339	0,96385450	A	15	5339	0,7	A
16	5449	0,98106630	A	16	5449	0,7	A
17	5454	0,00029870	R	17	5454	0,7	A
18	5476	0,96409100	A	18	5476	0,875	A
19	5480	0,99030570	A	19	5480	0,75	A
20	5484	0,95455910	A	20	5484	0,7	A
21	5489	0,99991540	A	21	5489	0,7	A
22	5506	0,09049020	R	22	5506	0,7	A
23	5546	0,96381210	A	23	5546	0,875	A
24	5548	0,96385450	A	24	5548	0,9	A
25	5565	0,92562250	A	25	5565	0,925	A
26	5569	0,95761340	A	26	5569	0,875	A
27	5580	0,93133330	A	27	5580	0,7	A
28	5634	0,81501110	A	28	5634	0,7	A

Fig. 4: Comparativa entre los individuos nuevo y los individuos del modelo

### 3. Resultados

Anteriormente habíamos definido dos variables para el análisis: los patrones de participación en un Entorno Virtual de Aprendizaje, y el éxito de los estudiantes, las cuales las analizaremos como variable dependiente e independiente como se muestra a continuación:

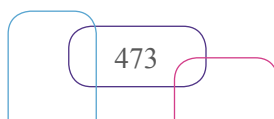
#### 3.1 Indicadores de la variable dependiente

Patrones de participación en los Entornos Virtuales de Aprendizaje, es estudiado mediante la extracción y transformación de datos a un Data Warehouse que contiene dos Data Mart, *dwh\_calificaciones* y *dwh\_participación*; además de la utilización de herramientas estadísticas para la detección de los mismos.

La tabla *dwh\_calificaciones* nos permite tener una tabla limpia de datos para las calificaciones de los módulos que el docente configuro en la Plataforma de Educación Virtual (7). Mientras que la tabla *dwh\_participación* nos permite tener las participaciones de los estudiantes en cada uno de los módulos que ofrece la Plataforma de Educación Virtual.

#### 3.2 Indicadores de la variable independiente

La variable estudiantes exitosos, es el resultado de calcular notas acumulativas



(80%), el examen final (20%). Las notas acumulativas están enfocadas en las primeras tres notas, mismas que se las construyen a partir de tareas, consultas, exámenes parciales, lecciones, entre otras.

Para el estudio, nos enfocamos en las notas acumulativas ya que es aquí donde se aprovecha las bondades de la Plataforma de Educación Virtual, de esta manera del 80% del valor total de las notas acumulativas, se planifica en la Plataforma de Educación Virtual el 75% de las evaluaciones de los estudiantes. En el caso particular del estudio el porcentaje destinado para las calificaciones de los estudiantes es de 71,4%.

#### 4. Discusión

Para el análisis estadístico se usaron a los estudiantes del noveno semestre de la materia Didáctica Informática de la carrera de Sistemas.

Para la detección de patrones de participación empleando Minería de Datos en un Entorno Virtual de Aprendizaje, influye en el éxito de los estudiantes; se ha planteado la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

$H_0$  = La detección de patrones de participación empleando Minería de Datos en un Entorno Virtual de Aprendizaje, influye en el éxito de los estudiantes.

$\bar{X}_A$  = Media aritmética de la predicción de individuos nuevos de la materia de Didáctica Informática.

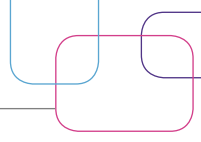
$\bar{X}_B$  = Media aritmética de las notas reales de los individuos nuevos de la materia de Didáctica Informática

$H_0: \bar{X}_A = \bar{X}_B$

$H_1$  = La detección de patrones de participación empleando Minería de datos en un Entorno Virtual de Aprendizaje, NO influye en el éxito de los estudiantes.

$\bar{X}_A$  = Media aritmética de la predicción de individuos nuevos de la materia de Didáctica Informática.

$\bar{X}_B$  = Media aritmética de las notas reales de los individuos nuevos de la materia de Didáctica Informática.  $H_1: \bar{X}_A \neq \bar{X}_B$ .



**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 PREDICCIÓN - PORCENTAJE	,0575197071429	,3204661160754	,0605624033399	-,0667440801813	,1817834944670	,950	27	,351

Fig. 5. Reporte de la Herramienta Estadística SPSS, para encontrar la desviación estándar

#### 4.1 Nivel de significancia

También conocido como el nivel de riesgo por el riesgo de encontrar una probabilidad nula cuando esta pudo haber sido verdadera. Se utilizó el nivel 0,05 (5%) ya que este proyecto es de consumo, es decir se lo puede aplicar a otros Entornos Virtuales de Aprendizaje.

Se lo realizó a través de una distribución normal por ser la probabilidad más útil y continua. También conocida como campana de Gauss. Debido a que se dispone de los resultados de las evaluaciones de los mismos estudiantes para los que se hizo la predicción, además de no conocer la desviación

Estándar de la población, de conocer que los datos provienen de una distribución normal y además que el tamaño de la población es menor a 30; se ha procedido a aplicar la prueba de medias de muestras emparejadas basada en el cómputo del estadístico t-student para muestras relacionadas con la finalidad de comprobar si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 PREDICCIÓN - PORCENTAJE	,0575197071429	,3204661160754	,0605624033399	-,0667440801813	,1817834944670	,950	27	,351

Fig. 6. Reporte de la Herramienta Estadística SPSS, para encontrar el estadístico t-student

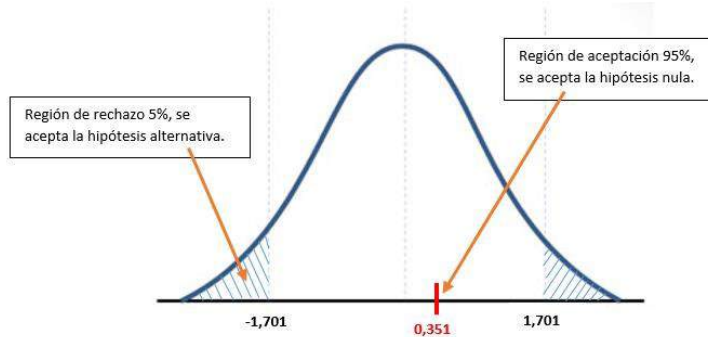


Fig. 7. Campana de Gauss, Curva normal para aceptar o rechazar la hipótesis.

Se ha obtenido un valor del estadístico t-student de 0,95 con un nivel de significación de 0,351; por lo que NO se puede rechazar la hipótesis nula donde ambas medias son iguales.

Por lo tanto, la detección de patrones de participación empleando Minería de Datos en un Entorno Virtual de Aprendizaje, influye en el éxito de los estudiantes.

## 5. Conclusiones

Existe evidencia estadística que la predicción arroja resultados similares a los obtenidos en la evaluación real de los estudiantes.

Los modelos predictivos basados en el algoritmo Perceptrón Multicapa es una herramienta que permiten predecir con un 90% aproximadamente de exactitud. El uso de los Entornos virtuales de aprendizaje influye positivamente en el éxito de los estudiantes.

Con el conocimiento adquirido gracias a los modelos predictivos se puede tomar decisiones para el futuro, basados en el aprendizaje del modelo.

Las predicciones basadas en patrones de participación en los Entornos virtuales, ayudará a los docentes a tomar las decisiones correctivas y preventivas para el éxito de sus estudiantes semestral, anual o periódicamente.

Los patrones de participación pueden ayudar al estudiante a encaminarlos en la ruta del éxito en sus estudios.

La interpretación de la información contenida en los rastros que dejan los estudiantes en los distintos medios digitales, podría generar oportunidades para los docentes e instituciones de mejoras más eficientes y eficaces los procesos académicos; gracias a las predicciones que se realicen sobre esa información.

Aquellos estudiantes que tuvieron participaciones mayores o iguales a un 75% en los Entornos virtuales estudiados, fueron los que tuvieron éxito en el semestre.

Los estudiantes que mostraron tendencias en el uso de foros, exámenes en líneas, tareas, visitas a recursos didácticos, son más propensos a tener éxito en el curso, que aquellos que no participan activamente en las actividades antes mencionadas.

## Agradecimientos

El equipo de trabajo agradece a la Facultad de Informática y Electrónica, a la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación por su ayuda al facilitar las fuentes de datos necesarios para esta investigación; así como también al Dr. Julio Santillán y Ing. Nicolás Samaniego Ph.D. por su gran aporte académico al estudio.

## Referencias

1. Valero, S. Minería de datos: predicción de la deserción escolar mediante el algoritmo de árboles de decisión
2. y el algoritmo de los k vecinos más cercanos. [Internet]. 2010. Disponible en: [http://www.itsmotul.edu.mx/ccita2011/documentos/Recursos\\_digitales.pdf#page=34](http://www.itsmotul.edu.mx/ccita2011/documentos/Recursos_digitales.pdf#page=34).
1. Bacallao, J. Árboles de regresión y otras opciones metodológicas aplicadas a la predicción del rendimiento académico [Internet]. 2004. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086421412004000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086421412004000300002).
2. Moreno, M. Aplicación de técnicas de minería de datos en la construcción y validación de modelos predictivos y asociativos a partir de especificaciones de requerimientos de software. [Internet]. 2009. Disponible en: <http://ibero.wiki.nmc.org/Lerning+Analytics>.
3. Hagggar, P. Crecimiento de datos y estándares. [Internet]. 2011. Disponible en: <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/xml/library/x-datagrowth/>.
4. Torres, V. Información. [Internet]. 2015. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/información>.
5. Molina, L. Torturando a los datos hasta que confiesen. [Internet]. 2010. Disponible en: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/molina1102/molina1102.html>
6. Cabero, J. (2012). Learning Analytics. [Internet]. 2012. Disponible en: <http://ibero.wiki.nmc.org/Lerning+Analytics>.
7. Santamaría, F. (2012). Análisis de Aprendizaje. [Internet]. 2012. Disponible en: <http://fernandoantamaria.com/blog/2012/09/learning-analytics-analisis-del-aprendizaje-2/>.



# MARKETING DIGITAL Y SU APOORTE A LA COMUNICACIÓN INTERNA DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA (ESPOCH)

(DIGITAL MARKETING AND ITS CONTRIBUTION TO THE INTERNAL  
COMMUNICATION OF THE FACULTY OF COMPUTING AND  
ELECTRONICS (ESPOCH))

Andres Leandro Rodríguez Galán<sup>(1)</sup>, Jacqueline Carolina Sánchez Lunavictoria<sup>(2)\*</sup>,  
Mónica Gabriela Sandoval Gallegos<sup>(3)</sup>.

(1) Consultor, Community Manager Compugrafics,  
Magíster en Gestión de Marketing y Servicio al Cliente

(2) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

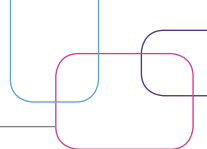
(3) Esc. de Diseño de Gráfico. Facultad de Informática y Electrónica.  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0995562029, Fax: 032940541,  
E-mail: carolina\_9000@hotmail.com (J., Sánchez)

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el aporte del marketing digital en la comunicación interna de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Se realizó una investigación no experimental - transversal, con enfoque cualitativo y alcance correlacional, mediante fichas de observación se elaboró una evaluación de la situación actual y a través de una encuesta a un total de 420 clientes internos se analizó el uso de las herramientas digitales de la facultad y su percepción acerca de la gestión de la comunicación interna. Se determinó que existen deficiencias en la gestión de la comunicación y falta de acceso y uso de los medios digitales, de tal manera que los directivos y docentes manejan los medios digitales de comunicación con mayor frecuencia y tienen una percepción favorable respecto a la comunicación interna, mientras que los estudiantes, empleados y administrativos no utilizan de manera adecuada los medios y tiene una percepción desfavorable de la comunicación interna, además se pudo comprobar que existe una correlación fuerte entre el marketing digital y la gestión de la comunicación interna. Al final del estudio se propuso líneas de acción para la gestión de la comunicación interna apoyada de las herramientas del marketing digital.

**Palabras clave:** *Marketing digital, comunicación interna, clientes internos, Educación Superior, ESPOCH, Facultad de Informática y Electrónica*



## ABSTRACT

The objective of the research work was to analyze the contribution of digital marketing in the internal communication of the Faculty of Computing and Electronics (FIE) of the Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH). A non - experimental, cross - sectional research was carried out, with a qualitative approach and correlational scope. An observation of the current situation was carried out through observation cards, and through a survey of a total of 420 internal clients, the use of digital tools was analyzed. faculty and its perception about the management of internal communication. It was determined that there are deficiencies in the management of communication and lack of access and use of digital media, in such a way that managers and teachers handle digital media more frequently and have a favorable perception regarding internal communication, While the students, employees and administrative staff do not use the media adequately and have an unfavorable perception of internal communication, it was also found that there is a strong correlation between digital marketing and internal communication management. At the end of the study, lines of action were proposed for the management of internal communication supported by digital marketing tools.

**Key words:** *Digital marketing, internal communication, stakeholders, Higher Education, ESPOCH, Faculty of Informatics and Electronics*

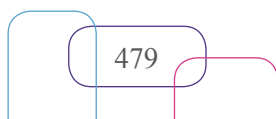
### 1. Introducción

La revolución en la comunicación, a partir del auge de las redes y medios sociales ha generado que las empresas incluyan a estos canales dentro de las estrategias para mejorar la comunicación interna (1), en la actualidad las instituciones están empleando la mezcla de información, tecnología e informática como medio para ser competitivos, en el año 2015 el reporte del INEC señala que el 36,9% de las personas utiliza el internet como fuente de información y el 29,4% lo utiliza como medio de comunicación en general y tan solo el 4,1% de los usuarios por razones de trabajo (2).

Con la evolución del marketing, las empresas han colocado al cliente como centro de atención, el cual brinda información constante sobre sus gustos, intereses, preferencias, estilo de vida, etc., (3), de tal forma que las organizaciones deben estar al tanto de sus requerimientos y atender sus necesidades las 24 horas del día. Actualmente el internet no se lo utiliza únicamente para buscar información, sino que se ha convertido en una comunidad que se relaciona y se retroalimenta (4), en este ámbito el objetivo del marketing relacional es establecer una relación estrecha con el cliente y generar una experiencia satisfactoria (5).

#### 1.1 Aproximación teórica al marketing digital

El marketing digital utiliza estrategias del marketing tradicional y permite obte-



ner mejores resultados a bajo coste (6), aplicando estrategias adecuadas el consumidor busca la información e inicia la comunicación. La gran ventaja del marketing digital es no ser invasiva y tener presencia permanente, permite segmentar y diseñar publicidad a la medida. La respuesta a las estrategias es inmediata, mediante la interacción, las preguntas, respuestas, comentarios, likes, etc, por lo tanto se puede evaluar la efectividad de las campañas, lo que permitirá tomar las mejores decisiones (7), aquí se incluyen las redes sociales que son comunidades digitales que permiten compartir interés y actividades con otros, actualmente son sinónimo de prestigio, promoción, posicionamiento y apertura de mercados (8).

Gracias al avance de las redes sociales, las instituciones han empezado a implementarlas, ya sea por su bajo costo o popularidad, se las utiliza para medir la reputación y la relación con los clientes o para comunicarse con ellos.

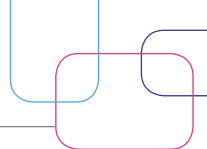
CRITERIO	MARKETING TRADICIONAL	MARKETING DIGITAL
Interacción	Muy baja	Alta
Costo	Alto	Bajo
Obtención de resultados	Lento	Rápido
Medición de resultados	Calificables	Cuantificables
Tamaño de mercado	Grande	Específico
Invasión al cliente	Alta	Casi nula
Fidelización de marca	Baja	Alta
Clientes	Hay que buscarlos	Nos buscan
Compras	Lenta	Rápida
Duración de la publicidad	Fija	Variable

Tabla 1. Diferencias entre el marketing tradicional y el digital (Marketing4u ,2016)

El marketing digital permite implementar estrategias masivas que se las puede actualizar para mantener la lealtad de los clientes (9). Para Kotler (10), ser "digital" es mucho más que estar en internet, es aprovechar los beneficios de los medios digitales, pero con la aparición de herramientas tecnológicas este concepto ha ido evolucionando principalmente porque el usuario tiene acceso a mucha información la cual comparte con otras personas (11).

### 1.2 La comunicación interna en las instituciones de educación

La comunicación interna dentro de una Institución de Educación Superior (IES), desempeña un rol esencial ya que es un conjunto de técnicas y actividades encaminadas a facilitar y agilizar el flujo de mensajes o bien, a influir en las opiniones, actitudes y conductas de los públicos internos. El objetivo de la comunicación interna es propiciar climas laborales adecuados, que mejoren la productividad,



evite confrontaciones y malos entendidos entre sus participantes (12), todas las compañías deben motivar a sus trabajadores, de esta manera mejorará la eficacia, eficiencia, la productividad y por ende los resultados del negocio (13).

La comunicación es *“un proceso circular, continuo y permanente, en el que las personas participan en todo momento, tanto si lo desean o no”* (14), la comunicación interna consiste en informar a la empresa lo que ocurre en la empresa y dentro de este concepto se debe tener en cuenta a todos los miembros sin importar el cargo (15). En las IES, la comunicación interna debe fluir por todos los niveles, de tal manera que se asegure la participación de todos y que estos respondan a los mensajes que se intentan transmitir (14).

*“El empleado debe preocuparse y mantenerse informado por las actividades de su puesto de trabajo, su retribución, su promoción, su formación, sus posibilidades de desarrollo profesional, las políticas de dirección y de gestión, las prioridades del negocio, etc.”* (16). En realidad, la participación de los empleados a través de opiniones y sugerencias funciona si reciben previamente la información y para ello las organizaciones deben:

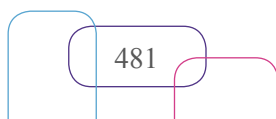
- Integrar la comunicación en el proceso de gestión.
- Asignar un presupuesto adecuado para la gestión de la comunicación interna.
- Conocer y participar activamente en la estrategia y las acciones de comunicación.
- Potenciar que todos los empleados están informados siguiendo la estructura de la organización.

Los empleados buscan información de primera mano y de fuentes confiables, por tal razón debe existir un compromiso total y permanente por parte de los directivos (13). Los mensajes deben ser coherentes y consecuentes. Dentro de las responsabilidades de la directiva hacia los clientes internos, se debe:

- Mantener un compromiso con la información, establecer objetivos, tener una cultura de comunicación.
- Brindarles los medios y facilidades, asesorarles y fomentar sus habilidades.

La comunicación no es en si el éxito, pero es parte de ella, ya que permite a la empresa acercarse a los clientes y transmitir la imagen que se desea (17), existen varias razones para apostar por los medios digitales en la comunicación interna. La transformación digital en las organizaciones es lenta y los canales de comunicación siguen siendo unidireccionales, las razones principales son la resistencia, la inmadurez social, la desconfianza, sin embargo existen razones para optar por herramientas digitales en la comunicación interna (18):

- Nuevos hábitos de consumo: los empleados esperan tener en su trabajo las mismas herramientas que utilizan en su vida social
- Flexibilidad: las redes sociales con sus aplicaciones y adaptaciones permite



intercambiar contenido de forma más rápida y eficiente

- Implicación: las redes permiten a los empleados mejorar la dinámica, flujos e integración de la comunicación interna, lo que genera la integración y la pertinencia que buscan las organizaciones.
- Mayor accesibilidad: permiten la colaboración de grupos de trabajo, sin importar la ubicación, son abiertas pero restringidas en las cuales solo los participantes tiene acceso
- Mayor productividad y motivación.

La comunicación interna está dirigida a conseguir estabilidad en la organización, con fines de cumplir sus objetivos, orientar a los individuos en sus conductas y establece relaciones interpersonales para lograr objetivos comunes (19), cuando los empleados tienen un buen clima laboral son felices y al estar felices se convierten en la herramienta de marketing más potente de la empresa y un empleado feliz habla bien de su empresa, y eso mejora la imagen de la organización, hacen crecer a la organización y aportan el doble que un empleado desmotivado, busca que su empresa prospere y ayudan en lo posible para que esto ocurra (20).

*“Históricamente los humanos tendemos a resistir lo nuevo”* (21), lo nuevo causa recelo, y la emoción que justifica este sentimiento es el miedo a algo distinto o desconocido, un ejemplo es la llegada del e-mail que reemplazo al fax y al correo tradicional. Años más tarde el correo electrónico se convirtió en una herramienta indispensable y dio paso a la mensajería instantánea, otra razón por la cual las personas se resisten a las nuevas tecnologías de la comunicación es la desconfianza, de que dicha herramienta no funcione correctamente, a más del miedo a engancharse, o que estas generen problemas personales o la posibilidad de perder la privacidad de sus datos personales (22).

Las personas adoptan y se adaptan a las nuevas tecnologías cuando estas se introducen de manera sutil y progresiva, teniendo en cuenta las características y necesidades de cada público (23).

### *1.3 El marketing digital en la comunicación interna de las instituciones de educación superior*

Como antecedente a la investigación se encuentra el estudio realizado por ICEMD, denominado: *“E-mailing interno: la herramienta digital más clásica que sigue triunfando”*, el principal resultado manifiesta que el mailling mejora la comunicación digital interna entre los miembros de una institución ya que permite estar al tanto de los eventos a realizarse, recibir oficios, notificar actividades y distribuir información entre los integrantes para realizar trabajo colaborativo (24). De manera similar en la Universidad del Valle de Guatemala, se desarrolló una estrategia de comunicación interna iniciando con el análisis situacional de la comunicación y que pretendía establecer una estrategia para fortalecer la comunicación con los trabajadores, mejorar el clima laboral y motivar el aporte educativo de sus integrantes.

Como resultado se obtuvo que existe deficiencias en la gestión de la comunicación y se propuso acciones para mantener bien comunicados a sus públicos, fidelizados, e identificados con la universidad a través de medios digitales. (25)

A nivel local, en la empresa San Miguel Drive se elaboró un análisis sobre la comunicación interna y su incidencia en el desarrollo organizacional, en el cual se concluye que una inadecuada gestión de la comunicación interna influye en la baja productividad de la institución (26).

Sanofi, compañía mundial farmacéutica obtuvo el premio Ciudadanos 2013 a través de un proyecto de comunicación interna y externa para difundir los beneficios de la farmacéutica a la sociedad, el cual consistía en un documental en la que participaban empleados de la empresa el cual fue difundido en sus plataformas digitales, el objetivo más que comercial era mejorar la reputación y el orgullo de pertinencia de sus empleados, para que los empleados participaran en este proyecto se utilizó e-mails, SMS, se creó un blog donde los trabajadores contaban sus experiencia en el proyecto (27).

En el 2013 LG Electrónica España recibe el premio a la “Mejor Estrategia Global de Social Media y entornos digitales en Comunicación Interna” gracias a la campaña “Todos aprendemos de todos”, el cual es entregado anualmente por el Observatorio de Comunicación Interna e Identidad Corporativa, la iniciativa pretende que los empleados sean los principales protagonistas y que se fomente una cultura de cooperación mutua, en el cual un empleado puede formar a otros en un tema que domine permitiendo la expansión del conocimiento y la participación de todos a través de los medios virtuales (28).

Las novedades tecnológicas son las responsables de los grandes cambios que se están generando para el sector del marketing (29), las herramientas Web transformaron la comunicación de unidireccional a bidireccional, en donde el público opina y se comunica con las empresas, es decir se convierte en un generador de contenidos, a este cliente se le llama “prosumidor”

#### *1.4 Facultad de Informática y Electrónica*

La Facultad de Informática y Electrónica (FIE) fue el escenario donde se realizó la investigación, es una de las siete facultades de la ESPOCH, y está conformada por 4 escuelas, sus clientes internos lo componen: directivos, docentes, secretarías, técnicos de laboratorio, conserjes, choferes y estudiantes, los cuales están interrelacionados de una u otra manera y que buscan estar informados de las actividades que realiza la facultad (23).

La FIE hoy por hoy no cuenta con un proyecto formal para el manejo correcto de la comunicación interna, lo que desencadena en dificultades y problemas de comunicación entre todos sus miembros y departamentos, consecuencia de esto los mensajes no se difunden de manera correcta o muchas veces no llegan a los

destinatarios, otro gran problema es que los mensajes no reflejan credibilidad o simplemente no son tomados en cuenta (23).

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Tipo y diseño de estudio

La investigación realizada es de diseño no experimental - transversal, el enfoque de la investigación es de tipo cualitativo y su alcance es correlacional.

### 2.2 Población de estudio

La población de estudio fueron los miembros de la Facultad de Informática y Electrónica (Tabla 2), de los cuales se obtuvo la información primaria a través de una encuesta estructurada y validada, cuyo objetivo fue analizar los usos de las herramientas digitales y la percepción de la comunicación interna. Las preguntas se dividieron en dos partes, la primera que tiene relación con el marketing digital y la segunda con la comunicación interna de la facultad

Públicos	Miembros	Total
Directivos (6)	Decano y Vicedecano	2
	Directores de escuela	4
Administrativos (15)	Secretarías	7
	Técnicos de laboratorios	6
Empleados (7)	Conserjes	6
	Chofer	1
Docentes (91)	Nombramiento	43
	Contrato	53
Estudiantes (1723)	Diseño Gráfico	332
	Sistemas	378
	Telecomunicaciones	480
	Control	533
Población total:		1850

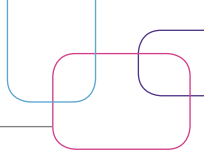
Tabla 2. Población de estudio de la FIE

Para la selección de la muestra se realizó un censo a los directivos, administrativos y empleados por su importancia dentro de la gestión, mientras que a los docentes y estudiantes se aplicó una muestra mediante la siguiente formula:

a) Muestra de docentes:

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





Donde:

- n** = Muestra
- N** = Población docentes (101)
- E2** = Error al cuadrado (5%)
- Z**= nivel de confianza (1,96 para el 95%)
- P**= probabilidad de éxito (0,5)
- Q**= probabilidad de fracaso (0.5)

$$n = \frac{3,8 \times 0,5 \times 0,5 \times 101}{101 \times 0.0025 + 3,8 \times 0,25} = \frac{97,0004}{1,2129} = 79,97$$

La muestra de docentes es de 80 personas.

b) Muestra de estudiantes

Se calcula la muestra de la población sujeto de estudio mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{e^2 \times (N-1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Donde:

- n** = Muestra
- N** = Población docentes y estudiantes (1723)
- E2** = Error al cuadrado (5%)
- Z**= nivel de confianza (1,96 para el 95%)
- P**= probabilidad de éxito (0,5)
- Q**= probabilidad de fracaso (0.5)

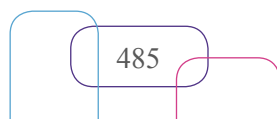
$$n = \frac{3,8 \times 0,5 \times 0,5 \times 1723}{1723 \times 0.0025 + 3,8 \times 0,25} = \frac{1654,7692}{5,2679} = 314,12$$

La muestra de estudiantes es de 314 personas.

El proceso de tabulación de los datos se lo realizó mediante el software SPSS, para posteriormente elaborar el análisis e interpretación. Para medir la fiabilidad del instrumento se aplicó el coeficiente de Alfa de Cronbach, dando como resultado ,929 que le confiere alta fiabilidad al instrumento, como se observa en la Tabla 3.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,916	,929	39

Tabla 3: Fiabilidad del instrumento obtenido del Software SPSS versión 23



### 3. Resultados

Los principales resultados que se obtuvieron de la investigación son:

Al respecto de la variable marketing digital, en la Fig. 1., se muestra que el 73,33% de los encuestados nunca o casi nunca ha utilizado los medios digitales de comunicación, tan solo el 26,67% lo hace frecuentemente o muy frecuentemente, lo que indica que los medios no se los está aprovechando de manera correcta.

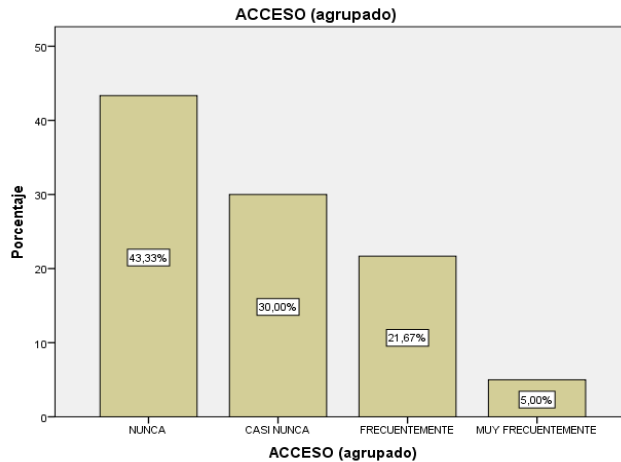


Fig. 1. Frecuencia de acceso a los medios digitales de comunicación de la FIE

Existe una percepción entre pésima (32,14%) y deficiente (41,3%), sobre la información presente en la página web de la facultad, esto como resultado de la falta de actualización de los contenidos de la misma y la falta de generación de contenido de calidad. (Véase Fig. 2)

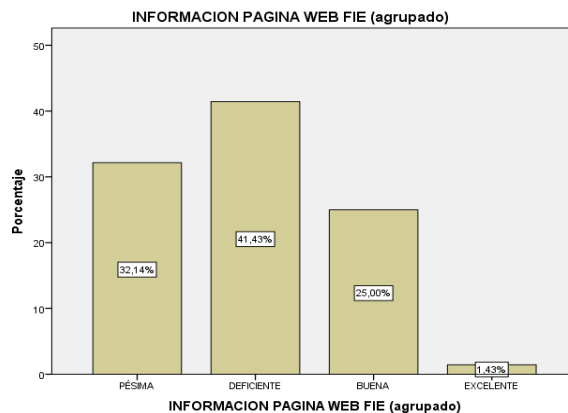


Fig. 2. Percepción sobre la información de la página web de la FIE

### Variable comunicación interna:

El 42,38%, de los encuestados posee una percepción desfavorable mientras que el 36,90% presenta una percepción favorable. Lo que demuestra la falta de atención y gestión a la comunicación interna, según la Fig. 3

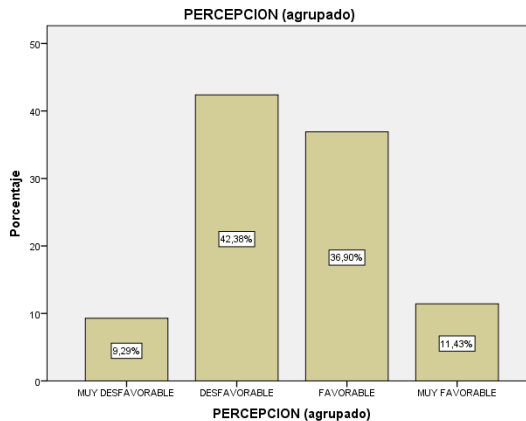


Fig. 3. Percepción general del público interno de la FIE sobre la comunicación interna

Para el segmento de directivos y docentes existe una percepción favorable y muy favorable, por el contrario en el público estudiantil existe una percepción desfavorable (48,1%) al igual que en los empleados (71,4%), al existir una percepción favorable en el público de directivos y docentes que son los encargados de gestionar la comunicación esta sería uno de los factores por los cuales no se han tomado medidas para realizar mejoras en su gestión. Fig. 4

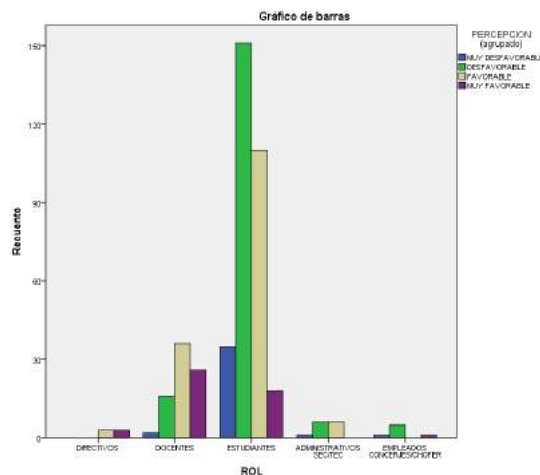


Fig. 4. Percepción por públicos internos de la FIE sobre la comunicación interna

La principal razón por la que el público no se encuentra satisfecho con la comunicación es porque ésta es inoportuna (26,4%), la segunda razón es porque existe poca información (22%), la mala comunicación obtiene un porcentaje de 13,4% y que los medios están desactualizados (8,3%). Fig.5.

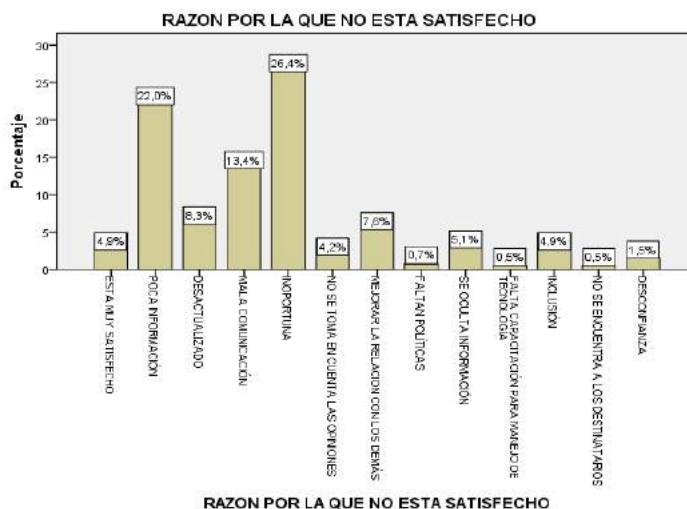


Fig. 5. Razones por la que no se encuentra satisfecho con la comunicación interna de la FIE

Al aplicar el coeficiente de correlación de Pearson (Tabla 4), se determinó que existe una correlación de tipo positiva moderada (30) entre las variables, lo que expresa que a mayor uso de las herramientas digitales de la facultad, la percepción de la comunicación interna es mejor, según se muestra en la Fig. 6.

		Correlaciones	
		MARKETING DIGITAL	COMUNICACIÓN INTERNA
MARKETING DIGITAL	Correlación de Pearson	1	,669**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	420	420
C. INTERNA	Correlación de Pearson	,669**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	420	420

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 4. Correlación entre las variables mediante la aplicación del coeficiente de Pearson.

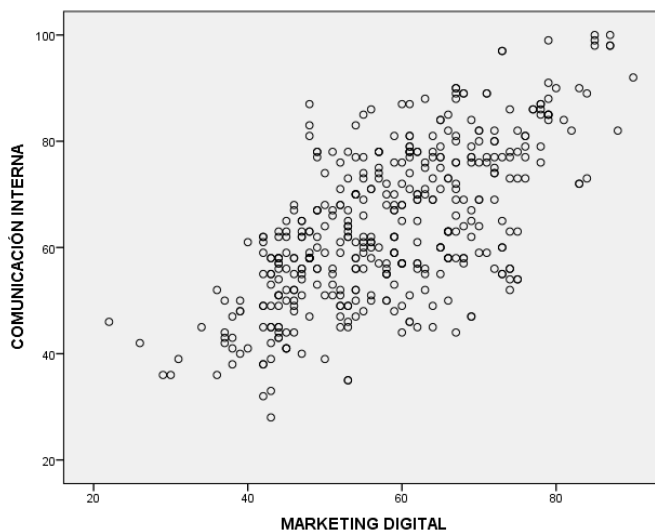


Fig. 6. Correlación entre las variables mediante la aplicación del coeficiente de Pearson.

#### 4. Discusión

Al existir porcentajes considerables de personas que “nunca” y “casi nunca” han utilizado los medios digitales de comunicación, se debe considerar los factores que motivan a aquello, quizá la falta de promoción y motivación para el uso de los mismo, o la falta de generación de contenido de calidad que provoca que los usuarios no se preocupen por estar al tanto de la información que se genera en los medios.

Al existir una mala percepción sobre los contenidos de la página web se debe tomar en cuenta la estructura que ésta posee y como se están manejando los contenidos, la página web de la facultad debe estar siempre actualizada y ser la base de la comunicación interna para que esta conecte a todas las demás herramientas digitales a implementarse.

La comunicación interna de la facultad no posee una buena percepción por parte de su público interno, esto implica que no está contribuyendo a los indicadores relacionados con este ítem como son: participación, credibilidad, inclusión y comprensión de los mensajes.

Si bien es cierto que la figura 6 muestra que la principal razón para que el público interno no esté satisfecho con la comunicación interna de la facultad), se debe tener en cuenta a todos los demás factores a pesar de sus bajos porcentajes ya que brindar solución a cada uno de ellos permitirá mejorar la gestión de la comunicación.

Tanto el Decano como el Vicedecano de la facultad reconocen que no existe una gestión adecuada a través de un grupo o área encargado de la misma, aun se practica la comunicación tradicional mediante oficios que son un respaldo de los mensajes que se pretenden transmitir, generalmente la comunicación es de manera vertical descendente y por tal razón no existe una retroalimentación por parte de los demás públicos, es necesario y oportuno plantear protocolos para el manejo de la comunicación interna, que permita transmitir los diversos eventos, noticias, valores y principios en los cuales se rige la facultad.

Los resultados en base a la variable marketing digital muestran en general un porcentaje desfavorable respecto al conocimiento y acceso a las herramientas de marketing digital que posee la facultad, de forma similar ocurre con los seguidores de la página de Facebook, lo cual genera que las noticias que se conciben en la facultad y que se difunden a través de estos medios no sean visualizadas y no exista

La evaluación de la gestión de la comunicación interna debe ser periódica y servir para medir los objetivos que se hayan planteado.

## 5. Conclusiones

La FIE al ser proveedora de un servicio de educación, y generadora constante de información, debe ser consiente que las herramientas del marketing digital son importantes para la gestión de la comunicación interna, dicha labor debe ser gestionado desde la alta dirección e incluir a todos los miembros de la organización. Esto permitirá llegar de forma eficiente al público interno, generando mayor compromiso y pertinencia.

Los resultados permiten tener un diagnóstico de cómo se está gestionando la comunicación al interior de la facultad, se observan altos porcentajes en cuanto al desconocimiento, uso y acceso a los medios digitales, en cuanto a la percepción de la comunicación interna existe una opinión desfavorable que representa el 42,38%.

La información en la página web y redes sociales es inoportuna y desactualizada, se debe motivar a los miembros a compartir las noticias y actividades que se generan al interior de la institución.

Al final de estudio se demuestra que existe una correlación positiva moderada entre las variables, lo que supone que al optimizar el acceso, uso y gestión de las herramientas del marketing digital, la percepción de la comunicación interna mejorará.

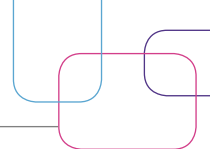
Los resultados generados permitieron concebir una propuesta que brinda pautas para la gestión de la comunicación interna y uso correcto de las herramientas digitales, los medios se han seleccionado en base a los diferentes públicos y necesidades de la facultad.

## Referencias

1. Lostale E. Comunicación interna 2.0: las redes sociales sí son para el trabajo. [Internet] 2015. [citado 12 marzo 2018 ] Disponible en: <https://www.kanlli.com/estrategia-marketing-digital/comunicacion-interna-2-0-las-redes-sociales-si-son-para-el-trabajo/>
2. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S). [Internet]. 2015 [citado 14 mayo 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2015/Presentacion\\_TIC\\_2015.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2015/Presentacion_TIC_2015.pdf)
3. Maridueña A, Paredes J. Plan de Marketing Digital 2014 para la empresa Corporación de Servicios TBL S.A. de la ciudad de Guayaquil [Internet]. Guayaquil; Universidad Politécnica Salesiana; 2014 [citado 18 de mayo 2017]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9939/1/UPS-GT000974.pdf>
4. Rival N. Del Marketing Tradicional al Marketing Digital. [Internet] 2016. [citado 24 de agosto 2017]. Disponible en: <http://trobir.com/blog/marketing-online/del-marketing-tradicional-al-marketing-digital>
5. Soto B. Cómo usar el marketing relacional para conseguir ingresos recurrentes. [Internet] 2016. [citado 24 de agosto 2017]. Disponible en: <http://www.gestion.org/marketing/4469/en-que-consiste-el-marketing-relacional/>
6. Marketing4u. 10 diferencias entre marketing tradicional y marketing digital. [Internet] 2016. [citado 4 de Julio 2017]. Disponible en: <https://www.marketing4u.com.mx/10-diferencias-marketing-tradicional-marketing-digital/>
7. Rovai P. Diferencia entre Marketing Digital y Marketing Tradicional. [Internet] 2016. [citado 12 de Febrero 2018]. Disponible en: <https://zuiliuniversity.com/diferencia-marketing-digital-marketing-tradicional/>
8. Matias M, Lucio V, Mar A. Marketing Digital en Redes Sociales. [Internet] 2013. [citado 20 de febrero 2018]. Disponible en: <http://martamatias.wordpress.com/>
9. Duncan K. Marketing tradicional Vs digital: cuál es el mejor. [Internet] 2016. [citado 17 de marzo 2017]. Disponible en: <https://www.entrepreneur.com/article/269456>
10. Kotler P, Keller K. Dirección de Marketing. 12<sup>va</sup> ed. México: Prentice Hall; 2009
11. Gómez A. Del Marketing Tradicional al Marketing Digital: evolución y principales conceptos. [Internet] 2014. [citado 7 de marzo 2018]. Disponible en: <http://reportedigital.com/transformacion-digital/marketing-tradicional-marketing-digital-evolucion-y-principales-conceptos/>
12. Pintor, A. La CI pieza estratégica de la gestión empresarial. [Internet] 2008. [citado 14 de noviembre 2017]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3548040>
13. ISDI. Herramientas digitales de Comunicación Interna. [Internet] 2016. [citado 5 de Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.isdi.education/es/isdigital-now/herramientas-digitales-de-comunicacion-interna>
14. Arizcuren, A., Cabezas, E., Cañeque, N., Casado, M., Fernández, P., Lacasta, J., Matín, T., Menchaca, M., Núñez, F., Sánchez, M., Soria, L., Vicario, D. Guía de Buenas Prácticas de Comunicación Interna. [Internet]. Madrid, FEAPS; 2008. [actualizado 12 diciembre 2008; citado 15 enero 2017]. Disponible en: <http://www.plenainclusion.org/sites/default/files/bp-comunicacion-interna.pdf>
15. Capriotti, P. La Comunicación Interna. Reporte C&D – Capacitación y Desarrollo. [Internet]. 1998 [citado 11 de enero 2017] Disponible en: [http://www.bidireccional.net/Blog/Comunicacion\\_Interna.pdf](http://www.bidireccional.net/Blog/Comunicacion_Interna.pdf)
16. Sánchez, D. (2016). Plan de Comunicación Interna ¿Qué es? [Internet]. 2016 [citado 7 de



- enero 2017]. Disponible en: [http://www.uned.es/mvg/ajax/ops.php?funcion=pdf&op=accion&clase=ConocimientoFichas&where=\(estado%3D3\)+AND+\(estado%3D3\)+AND+\(estado%3D3\)+AND+\(estado%3D3\)&app=exportacion&idregistro=86&var\\_funcion=muestraFichaPDF](http://www.uned.es/mvg/ajax/ops.php?funcion=pdf&op=accion&clase=ConocimientoFichas&where=(estado%3D3)+AND+(estado%3D3)+AND+(estado%3D3)+AND+(estado%3D3)&app=exportacion&idregistro=86&var_funcion=muestraFichaPDF)
17. Muñiz, R. Marketing en el Siglo XXI. [Internet] 2015. [citado 5 de Febrero 2018]. Disponible en: <http://www.marketing-xxi.com/analisis-de-la-carera-producto-mercado-analisis-portfolio-o-bcg-20.htm>
  18. Lázaro, A. Cinco razones para apostar por las redes sociales en Comunicación interna. [Internet] 2016. [citado 16 de Febrero 2018]. Disponible en: <http://prnoticias.com/comunicacion/clubagencias/20152788-cinco-razones-apostar-redes-sociales-comunicacion-interna>
  19. Marañón, E., Bauzá, E., Bello, A. 2006. La Comunicación Interna como proceso dinamizador para fomentar valores institucionales y sustento de una identidad universitaria”. Revista Iberoamericana de Educación. 40
  20. Grau, J. Cómo convertir a tus empleados en la mejor herramienta de marketing. [Internet] 2016. [citado 29 de Marzo 2018]. Disponible en: <https://www.inboundcycle.com/blog-de-inbound-marketing/como-convertir-empleados-mejor-herramienta-marketing>
  21. Valenzuela, I. ¿Por qué las personas nos resistimos a las nuevas tecnologías? [Internet] 2016. [citado 2 de Abril 2017]. Disponible en: <http://www.vix.com/es/tecnologia/177853/por-que-las-personas-nos-resistimos-a-las-nuevas-tecnologias>
  22. Informadorcommx. (2017). Cinco motivos por los que la gente no usa redes sociales. [Internet] 2017. [citado 4 de Julio 2017]. Disponible en: <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2015/592859/6/cinco-motivos-por-los-que-la-gente-no-usa-redes-sociales.htm>
  23. Rodríguez A. El marketing digital y su potencial aporte a la comunicación interna. Caso: Facultad de Informática y Electrónica, ESPOCH. [tesis posgrado]. Riobamba: ESPOCH; 2017
  24. ICEMD (<http://blogs.icemd.com/>), Barcelona: Domínguez Y; 2015 [actualizada en agosto de 2017, acceso 15 de agosto 2017]. [1 pantalla]. Disponible en: <http://blogs.icemd.com/blog-marketing-y-comunicacion-interna-digital/e-mailing-interno-la-herramienta-digital-mas-clasica-que-sigue-triunfando/>
  25. Celada E. Estrategia de comunicación interna para la Universidad del Valle de Guatemala, Campus Altiplano. [tesis de posgrado]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2013
  26. Balarezo B. La comunicación organizacional interna y su incidencia en el desarrollo organizacional de la empresa SAN MIGUEL DRIVE [Internet]. Ambato, Ecuador. 2014 [citado 15 de marzo 2017] Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6696/1/132%20o.e..pdf>
  27. Aced C. El poder de la comunicación interna: los casos de Sanofi y Telefónica. [Internet] 2015. [citado 29 de Marzo 2018]. Disponible en: <http://cristinaaced.com/blog/2015/06/18/comunicacion-interna-casos-sanofi-y-telefonica/>, BLOGOCORP
  28. LG Electronics. La iniciativa de LG “todos aprendemos de todos” galardonada como mejor estrategia global de social media y entornos digitales en comunicación interna. [Internet] 2013. [citado 13 de Mayo 2017]. Disponible en: <http://www.lg.com/es/prensa-y-medios-de-comunicacion/comunicados-de-prensa/galardon-a-todos-aprendemos-de-todos>
  29. García J. Marketing e Comunicación. Annals of Physics. Vol. 54. Covilhã: LabCom Books. 2010.
  30. Nieves A, Domínguez F, Gutiérrez A. Probabilidad y estadística para la ingeniería: un enfoque moderno. 1<sup>ra</sup> ed. México: Mc Graw Hill; 2010



# USO DE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMO MECANISMO COMPLEMENTARIO EN EL PROCESO EDUCATIVO: UN PLAN DE MEJORAS

(USE OF VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS AS A  
COMPLEMENTARY MECHANISM IN THE EDUCATIONAL PROCESS:  
AN IMPROVEMENT PLAN)

Ana Imelda Silva Guilcapi<sup>(1)</sup>, Diego Fernando Avila-Pesántez<sup>(1)\*</sup>,  
Leticia Azucena Vaca-Cárdenas<sup>(1)</sup>, Luz Miriam Avila Pesántez<sup>(2)</sup>

(1) Facultad de Informática y Electrónica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

(2) Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

\*Correspondencia. Tel.: 593992524631, Fax: 59332962745,  
E-mail: [davila@epoch.edu.ec](mailto:davila@epoch.edu.ec) (D. Avila-Pesantez)

## RESUMEN

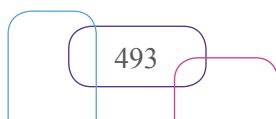
En la era de la información y la comunicación, el uso de la tecnología es de trascendental importancia en todas las áreas del conocimiento, pero sobre todo en la educación. Así, el presente trabajo plantea un plan de mejoras para el diseño e implementación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje como mecanismo complementario del proceso de aprendizaje significativo dentro de una institución de nivel secundario, utilizando la metodología PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning). Con la implementación de dicho plan y la capacitación a los docentes, se logró que el 100% de ellos, utilicen las herramientas tecnológicas dentro de la plataforma Moodle, lo que facilitó la organización del espacio, la disposición y la distribución de los recursos didácticos utilizados en los ambientes virtuales, mejorando el proceso de enseñanza y aprendizaje en sus asignaturas.

**Palabras Claves:** *ambientes virtuales de aprendizaje, metodología PACIE, plan de mejoras, Moodle*

## ABSTRACT

In the age of information and communication, the use of technology is of paramount importance in all areas of knowledge, but especially in education. Thus, the present work proposes an improvement plan for the design, and implementation of Virtual Learning Environments as a complementary mechanism of the significant learning process within a secondary level institution, using the PACIE methodology (Presence, Scope, Training, Interaction, and E-learning). With the implementation of this plan and training for teachers, it was possible for 100% of them to use the technological tools within the Moodle platform, which facilitated the organization of the space, the layout, and distribution of the teaching resources used in virtual environments, improving the teaching and learning process in their subjects.

**Key words:** *virtual learning environment, methodology PACIE, improvement plan, Moodle*



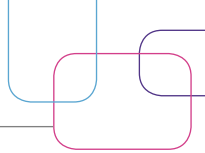
## 1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), por su naturaleza, han contribuido a impulsar diversas áreas del quehacer humano y de manera muy importante aquellas relacionadas con el aprendizaje (1). Esto permite asociar un conjunto de tecnologías disponibles para los docentes y estudiantes destinadas al acceso, producción, procesamiento y comunicación de la información representada en diferentes formatos como texto, imagen, sonido, animación (2, 3). Mismas que a su vez colaboran de manera interactiva e interconectada con todos los avances de la ciencia y la tecnología para conseguir nuevos entornos educativos y comunicativos, enfocados a ambientes virtuales de aprendizaje (4).

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) son espacios educativos diseñados pedagógica y tecnológicamente para satisfacer las necesidades actuales de programas académicos o cursos (5). Los AVAs utilizan un medio en la web, en el cual los educadores y educandos realizan actividades que conducen al aprendizaje (6-8). Por tanto, se determina que el ambiente virtual no es solo un mecanismo para la distribución de la información, sino un procedimiento donde las actividades propuestas en el proceso de aprendizaje tengan un lugar especial (9). Consecuentemente, estos entornos facilitan la interactividad, comunicación, aplicación de los conocimientos, evaluación y guía de la clase (6). Por lo tanto, el objetivo esencial de un AVA es promover un entorno educativo, haciendo uso adecuado y correcto de las herramientas que ofrece la web 2.0 y 3.0 (10). Estos ambientes procuran el desarrollo al máximo de la creatividad, y generan o construyen nuevos conocimientos, brindando la posibilidad de acceder a la educación en cualquier lugar y en cualquier momento disponible. Además, estos entornos utilizan los recursos tecnológicos en el proceso de aprendizaje conocido como, abierto, dinámico y flexible (11-13).

Actualmente, la educación afronta múltiples retos. Uno de ellos es dar respuesta a los cambios sociales, económicos y culturales que exige la sociedad. Por ello, los establecimientos educativos se enfrentan al desafío de asumir las TIC dentro de las estrategias pedagógicas y didácticas para actualizar, innovar y fortalecer el modelo educativo. En este sentido, la planificación académica de los AVAs a través de un plan de mejoras puede robustecer el rol del docente como facilitador del aprendizaje, y al estudiante como gestor de su propio aprendizaje más libre y autónomo (14). Bajo esta problemática surgió el presente proyecto que articuló la pedagogía, la tecnología y la comunicación, para un adecuado diseño e implementación de los AVAs dentro de la unidad educativa La Salle, ubicada en la ciudad de Riobamba (Ecuador).

Este artículo contiene en la sección I un marco teórico sobre la temática abordada, en la sección II se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación. En la sección III se realiza el análisis detallado de los resultados. Finalmente, se determina las conclusiones del trabajo.



## 1.1 Marco Teórico

Para mejorar el aprendizaje en un entorno escolar de nivel medio se debe conocer las características psicológicas y pedagógicas que suelen expresarse cuando una persona debe enfrentar una situación de asimilación de conocimientos (15). Por consiguiente, el aprendizaje, es considerado un proceso mediante el cual se transforman y logran nuevas capacidades, destrezas, habilidades, gracias a la experiencia, la instrucción, el estudio con ayuda de la observación y el razonamiento. Frente a estos antecedentes, la unidad educativa en estudio requiere de una serie de cambios en los procesos educativos virtuales para que estos consigan superar sus limitaciones y logren impactar favorablemente en la motivación y rendimiento de los estudiantes y así lograr una formación integral utilizando herramientas tecnológicas como los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (16).

Un plan de mejoras es un instrumento centrado en el análisis y reconocimiento de las debilidades y carencias, con el fin de optimizar la gestión y comunicación virtual dentro de las instituciones educativas. Esto permite desarrollar las competencias tendientes a la satisfacción de las necesidades de formación con base en innovaciones educativas que brinden cobertura, flexibilidad, pertinencia, eficiencia y calidad. Este plan debe aportar con un conjunto de medidas técnicas, tecnológicas y pedagógicas para lograr cambios en las debilidades encontradas en el AVA. La elaboración del plan de mejoras implica un proceso para renovar la calidad educativa, que evidencie la eficiencia en la utilización de los medios tecnológicos en procura de optimizar con efectividad la plataforma virtual educativa. Para una adecuada aplicabilidad del AVA es importante que los actores del proceso educativo tomen en consideración ciertas ventajas que éstas ofrecen dentro del proceso de aprendizaje (17-19):

- Supera las limitaciones de tiempo y espacio para todos sus usuarios
- Despliega una amplia cultura computacional
- Enriquece y facilita el aprendizaje de muchas herramientas en línea
- Desarrolla un amplio pensamiento creativo y constructivo
- El usuario crea su propio horario adaptándolo a sus necesidades
- No hace falta el desplazamiento por parte del tutor o estudiantado para poder acceder al AVA, se lo puede realizar desde cualquier lugar que se encuentre siempre y cuando disponga de un computador con conexión a internet
- Admite que el aprendizaje se prolongue y sea mucho más actualizado
- El sujeto puede ser autodidacta
- Permite acceder a la educación desde cualquier parte del mundo.

Para que un plan de mejoras tenga la efectividad en el cumplimiento de sus acciones es importante tener conocimiento de sus componentes, es decir, su estructura, el objetivo y la aplicabilidad del AVA dentro de la Unidad Educativa, tomando en cuenta (20, 21):

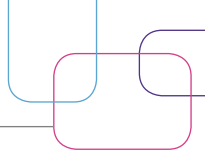
- Los problemas priorizados
- Las metas (contienen las nuevas situaciones de cambio que se espera alcanzar)
- Las acciones concretas (caminar hacia cada una de esas metas con límites de tiempo claramente definidos, teniendo claro el cómo, por qué y para qué se ejecuta)
- Los recursos humanos, físicos, financieros y tecnológicos (se recomienda buscar aliados a fin de obtener algunos de estos recursos para ejecutar el plan)
- Responsables (es el actor que toma iniciativa, decide y rinde cuentas. Además, se define quiénes participarán y cuáles serán sus responsabilidades)
- El seguimiento permanente (permite realizar los ajustes necesarios)
- Los resultados (evidencian las situaciones de cambio en los actores educativos en función de las metas planteadas).

Los AVAs deben aportar mejoras a la calidad y variedad del aprendizaje y pueden reducir la carga administrativa de los docentes, permitiéndoles organizar su trabajo con mayor eficacia y dedicar más tiempo a las necesidades educativas individuales de los estudiantes (22). Esto conlleva, que los docentes deben asumir nuevos roles de facilitadores del conocimiento y transformar de un alumno pasivo a un alumno activo, del aula fija al aula virtual y del libro de texto impreso al texto multimedia (23). La aplicación de una metodología para el diseño de un AVA es fundamental y beneficiará el trabajo colaborativo. En este sentido, se ha seleccionado la metodología PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning) que permite el trabajo en línea, y facilita a los AVAs un desarrollo tecno-educativo, ya que incluye a las TIC en la educación, como un soporte a los procesos de aprendizaje y autoaprendizaje, dando realce al esquema pedagógico. Esta metodología establece al docente como motor esencial de los procesos de aprendizaje, facilitando los mecanismos operativos y administrativos de la actividad académica. Asimismo, PACIE, adiciona a la comunicación y exposición de la información, aspectos sociales que apoyan la criticidad y análisis de los datos para construir conocimiento, mediante el compartir educativo.(24-27).

Las fases de PACIE se detallan en la Fig. 1.



Figura 1. Descripción de las 5 fases del PACIE, adaptado de (28).

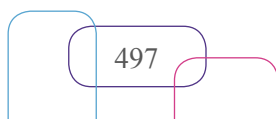


## 2. Materiales y Métodos

El presente trabajo desarrolló el plan de mejoras para la Unidad Educativa La Salle, que describe los problemas detectados desde dos enfoques: los docentes, y los estudiantes de segundo año de bachillerato. Ellos fueron encuestados sobre los problemas y dificultades del uso y aplicación de los AVAs en el desarrollo de las actividades escolares. Esto se centró en un instrumento basado en el análisis, reconocimiento de falencias y propuesta de mejoras, con el fin de optimizar la gestión y comunicación virtual dentro de la institución del nivel medio escolar (9). Además, se fortalecieron las competencias de los docentes tendientes a la satisfacción de las necesidades de formación con base en innovaciones educativas que brinden cobertura, flexibilidad, y pertinencia para lograr una formación integral de los estudiantes utilizando herramientas tecnológicas en ambientes virtuales de aprendizaje (6, 13, 29). Con estos resultados, se estableció y aplicó estrategias definidas en el plan de mejoras.

Esta investigación es cualitativa, basada en un enfoque contextualizado y relacional, caracterizada por utilizar técnicas y estrategias prácticas para orientar y guiar a los estudiantes del segundo año de Bachillerato en el uso adecuado de los AVAs dentro de la Unidad Educativa. Los participantes en esta investigación fueron 12 docentes (14% de la población) (M=41,66%, H=58,33%) y 72 estudiantes (86% de la población), (M=45,55 %; H= 54,45%) con edades comprendidas entre (16 y 17 años).

Para la experimentación, una encuesta diseñada por los autores fue aplicada. Ésta estuvo estructurada con 8 y 12 preguntas cerradas para los docentes y estudiantes respectivamente. En el caso de los docentes, cada pregunta consta de alternativas de respuesta (“SI” o “NO”); para los estudiantes se determinó la escala de Likert (“SIEMPRE”, “A VECES”, “NUNCA”). Cada participante pudo escoger sólo una de ellas, y todas tuvieron la finalidad de identificar el nivel de aplicabilidad del AVA dentro de la actividad académica. Con los datos obtenidos, se realizó un análisis correlacional en función de los resultados recopilados, antes del plan de mejoras y luego de la implementación de este. Consecuentemente, la misma encuesta se aplicó dos veces. Con este antecedente, se desarrolló el plan de mejoras que recopila los problemas detectados, las acciones y recursos, y resultados esperados que posibilitem el progreso de las actividades cotidianas del quehacer educativo (Ver Tabla 1).





PROBLEMA PRIORIZADO	META	ACCIONES Y RECURSOS	ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO	RESULTADOS ESPERADOS
Desconocimiento de docentes de las herramientas en línea de la plataforma virtual dificulta la aplicabilidad en el campo educativo	Mejora en un 50% los conocimientos de las herramientas en línea en el campo educativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el laboratorio de cómputo de la institución para verificar la disponibilidad del servicio de internet en todas las PCs.</li> <li>• Diagnosticar el nivel de conocimiento de los docentes acerca de la utilización de las herramientas en línea.</li> <li>• Familiarizarse con la interface de la plataforma AVA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de la existencia de conectividad a internet en todas las PC.</li> <li>• Aplicación de las encuestas a los docentes para identificar el nivel de conocimiento de los docentes acerca de la utilización de las herramientas en línea.</li> <li>• Tabulación de los resultados de la encuesta.</li> <li>• Organización y ejecución de la capacitación a través del programa Moodle.</li> <li>• Visualización, conocimiento y familiarización con la interface del AVA.</li> </ul>	Los docentes mejorarán sus conocimientos respecto a las herramientas en línea de la plataforma virtual para llevar a la práctica con los estudiantes en procura de fortalecimiento de los aprendizajes.
Limitada capacitación en el manejo de recursos tecnológicos orientados al proceso enseñanza aprendizaje a través del AVA.	Ampliar los procesos de capacitación a los docentes en un 60% respecto al manejo de recursos tecnológicos orientados al proceso enseñanza aprendizaje a través del AVA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientar en la utilización de recursos en línea: archivos, carpetas, etiquetas, páginas, videos URL.</li> <li>• Aplicar actividades en línea a través de chat, foros, glosario, examen, tareas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación a los docentes acerca de la utilización de archivos, carpetas, etiquetas, páginas, videos URL.</li> <li>• Realización de actividades y ejemplificaciones de chat, foros, glosario, examen, tareas a través de los recursos y actividades del AVA.</li> </ul>	Los docentes participarán de manera activa en los procesos de capacitación respecto a las aplicaciones y uso de herramientas de los AVAs.
Poca utilidad de la plataforma virtual por autoridades y docentes.	Utilizar en un 50% la plataforma virtual por parte de autoridades y docentes en procura de fortalecer el aprendizaje de los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar a los docentes en el uso de herramientas en línea para facilitar la aplicabilidad de la plataforma virtual.</li> <li>• Guiar a los docentes acerca del proceso para subir, descargar, guardar, imprimir y enviar archivos, tareas.</li> <li>• Revisar el proceso de avance o evaluación según el cumplimiento de sus tareas en línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación a los docentes en el manejo de herramientas en línea.</li> <li>• Realización de prácticas con archivos respecto al proceso de subir, descargar, guardar, imprimir y enviar archivos y tareas.</li> <li>• Revisión de las evaluaciones según las actividades realizadas.</li> </ul>	Los docentes implementarán el AVA de sus asignaturas utilizando las herramientas disponibles en procura de fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en un ambiente colaborativo.



Desconocimiento de los recursos y actividades disponibles en la plataforma virtual dentro de la Unidad Educativa	Mejorar el nivel de utilización de los recursos y actividades de la plataforma virtual en un 60%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar procesos de aplicación de recursos y actividades en línea con los estudiantes.</li> <li>Aplicar herramientas en línea para interrelacionarse entre docentes y estudiantes.</li> <li>Desarrollar procesos de aprendizaje mediante el uso de las herramientas en línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación a los estudiantes respecto a la aplicación de recursos y actividades en línea para la utilización de los AVAs.</li> <li>Realización de actividades interactivas entre docentes y estudiantes mediante el uso del AVA en un entorno de colaboración.</li> <li>Ejecución de actividades prácticas para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes.</li> </ul>	Los estudiantes interactúan responsablemente en la utilización de recursos y actividades del AVA en procura de alcanzar aprendizajes significativos.
Desconocimiento de una metodología adecuada para el diseño de los cursos en la plataforma virtual de la institución.	Desarrollar eventos de capacitación a los docentes en base a la metodología PACIE en un 80%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Socializar la importancia de la metodología PACIE en el proceso de aplicabilidad del AVA.</li> <li>Aplicar la metodología PACIE en el proceso educativo virtual a través de la creación del AVA de cada asignatura</li> </ul>	Validación de conocimientos y aplicación de la metodología PACIE en la creación del AVA en cada asignatura.	Los docentes desarrollarán sus capacidades cognitivas, intelectuales y reflexivas mediante implementación de las fases de la metodología PACIE en sus AVAs.

Tabla 1. Plan de mejoras propuesto para el caso de estudio en la Unidad Educativa

### 3. Resultados y Discusión

Con los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los docentes antes del plan de mejoras, se puede determinar que realmente presentan dificultades en el conocimiento práctico del uso y configuración de ambientes virtuales de aprendizaje, porque no les dan una adecuada utilidad a las actividades y aplicativos que posee la plataforma. Lo que permitiría a los estudiantes fortalecer sus capacidades intelectuales y procesos de aprendizaje. Además, se puede evidenciar que desconocen parcialmente el plan de mejoras institucional, que los oriente con estrategias para optimizar el uso de estos medios tecnológicos. Con esta información, también se pudo determinar los problemas y las deficiencias que se tomaron en cuenta para elaborar la propuesta del plan. En la Tabla 2, sección Pre-test se presenta una síntesis de los resultados mencionados.

En la tabla 2, sección Post-test, la encuesta reveló que, en general, los docentes han mejorado objetiva y positivamente su nivel de uso del ambiente virtual de aprendizaje que poseen y actualmente conocen al detalle el plan de mejoras. Además, ellos han sido partícipes de una capacitación completa sobre el uso de herramientas de los AVAs, lo que puede atribuirse al énfasis tecnológico y las facilidades proporcionadas en la formación recibida.

N°	PREGUNTAS	PRE-TEST		POST-TEST	
		SI	NO	SI	NO
1	¿Considera usted que el uso de herramientas tecnológicas en el campo educativo permite mejorar el aprendizaje de los estudiantes utilizando los AVAs?	6	6	11	1
2	¿Maneja usted herramientas tecnológicas que le permitan trabajar en procesos de educación virtual?	4	8	12	0
3	¿Ha participado usted en capacitaciones de recursos tecnológicos que apoyan la masificación y uso de la tecnología en la educación como: diseño de los AVAs, herramientas web o redes sociales?	2	10	12	0
4	¿Fortalece los aprendizajes de los estudiantes a través de aplicativos relacionadas con Plataformas de Gestión de Aprendizaje como Moodle?	2	10	11	1
5	¿Ha realizado actividades interactivas con los estudiantes a través de la utilización de los AVAs?	2	10	10	2
6	¿Conoce usted la metodología PACIE para el diseño de Ambientes Virtuales de Aprendizaje?	2	10	12	0
7	¿Pone en juego su iniciativa y creatividad para interactuar a través de los AVAs como mecanismo de apoyo para el desarrollo de aprendizajes en los estudiantes?	2	10	12	0
8	¿Conoce usted la existencia de un Plan de Mejoras para fortalecer los AVAs dentro de la institución?	1	11	12	0
<b>TOTAL</b>		<b>21</b>	<b>75</b>	<b>92</b>	<b>4</b>
<b>PORCENTAJE</b>		<b>21,88%</b>	<b>78,12%</b>	<b>95,83%</b>	<b>4,17 %</b>

Tabla 2. Síntesis de resultados de la encuesta aplicada a docentes

Como resultado se puede evidenciar que aproximadamente el 96% de respuestas de los docentes fueron positivas, en relación con el cuestionario aplicado (post-test). Los maestros, están conscientes de que el uso de herramientas tecnológicas disponibles en el entorno virtual permite reforzar y fortalecer el aprendizaje de los estudiantes, lo dicen 11 de 12 respuestas. Además, 10 de 12 docentes han realizado ya actividades interactivas con los alumnos con resultados positivos en la interacción didáctica. Finalmente, la totalidad (100%) de profesores manejan las herramientas tecnológicas que han incluido en su actividad académica y aplican las cinco fases de la metodología PACIE. La Fig. 2 muestra de manera gráfica lo explicado anteriormente haciendo una comparación de resultados de las encuestas antes y después del plan de mejoras propuesto.

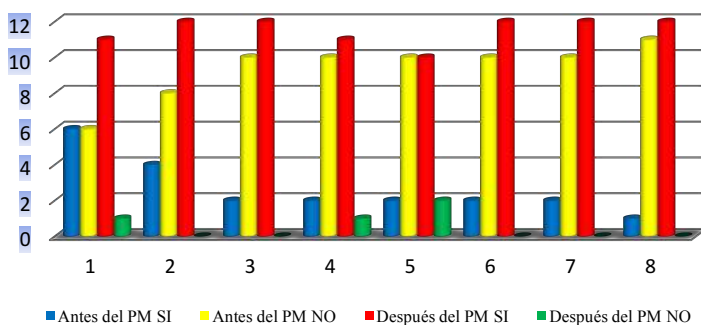


Figura 2. Comparación de resultados de encuestas a docentes

A continuación, se presenta una síntesis de resultados de la encuesta realizada a los estudiantes (ver Tabla 3, sección Pre-test). Con los datos totales obtenidos, se puede confirmar que realmente los docentes deben cubrir carencias en el área tecnológica, porque esto limita el desarrollo de sus destrezas para generar procesos de aprendizaje virtuales. Además, se determinó que la mayoría de los estudiantes no utilizan de manera significativa los ambientes virtuales por el desconocimiento y falta de uso y aplicación. Por otro lado, se evidenció que los estudiantes desconocen el plan de mejoras que fortalece estos entornos educativos. En consecuencia, se planteó aspectos fundamentales relacionados con los problemas detectados, y las acciones y recursos que posibiliten las mejoras en la interacción didáctica en este centro educativo.

Después de ejecutado el plan de mejoras se pudo evidenciar que las actitudes de los estudiantes han cambiado notablemente respecto a la utilidad del AVA y por ende el mejoramiento de los aprendizajes. Es importante continuar ejecutando estrategias y actividades motivadoras con la finalidad de que los estudiantes desarrollen habilidades digitales en diferentes espacios haciendo uso de los medios tecnológicos. En relación con la encuesta aplicada, el 81% de respuestas fueron “SIEMPRE” en las distintas preguntas del cuestionario, el 13% respondieron “A VECES” y el 6% “NUNCA”. Lo que evidencia que con la ejecución del plan de mejoras relacionado a la aplicabilidad del AVA se han fortalecido los procesos de aprendizaje de los estudiantes (ver Tabla 3, sección Post-test). En la Fig. 3 se muestra una síntesis los resultados obtenidos.

Además, la metodología PACIE permitió desarrollar un aprendizaje más colaborativo mediante la interacción y desenvolvimiento de los docentes y estudiantes utilizando su AVA. Esto gracias al engranaje de las cinco fases que la conforman: la fase *Presencia* permitió caracterizar el AVA, haciéndola atractiva, llamativa, y agradable para el estudiante; en la fase *Alcance* se determinó los objetivos claros basados en la taxonomía de Bloom (30); la fase *Capacitación* se fundamentó en los pilares del aprendizaje cooperativo y del aprender haciendo orientado (enseñanza centrada en el estudiante); mientras que la fase *Interacción* se centró en la

construcción de comunicación eficaz para generar el conocimiento cooperativo; y por último la fase *e-learning*, permitió persuadir al docente, de que se puede enseñar cualquier actividad humana mediante el uso de las TIC.

N°	PREGUNTAS	PRE-TEST			POST-TEST		
		SIEMPRE	A VECES	NUNCA	SIEMPRE	A VECES	NUNCA
1	¿Ha recibido orientación de los docentes respecto a la utilización de los AVAs?	12	6	54	66	4	2
2	¿Utiliza los aplicativos y herramientas existentes en los AVAs?	30	15	27	71	1	0
3	¿Interactúa con sus docentes en aplicativos de tareas y ensayos a través de los AVAs?	30	15	27	62	8	2
4	¿Recibe oportunamente notas, tareas y otras actividades educativas enviada por los docentes a través de los AVAs?	12	15	45	72	0	0
5	¿Conoce usted la existencia de un plan de mejora para fortalecer los AVAs de la institución?	3	8	61	49	15	8
6	¿Realiza propuestas a los docentes y autoridades en procura de mejorar el uso adecuado de los AVAs dentro de la institución?	1	3	68	40	12	20
7	¿Considera que ha logrado fortalecer los aprendizajes a través de los aplicativos existentes en los AVAs?	24	4	44	59	13	0
8	¿Participa activamente en videos, foros, y chat a través de los AVAs, en procura de mejorar los aprendizajes de las diferentes áreas del conocimiento?	22	15	35	67	5	0
9	¿Ha sido evaluada las tareas y actividades enviadas utilizando los AVAs?	38	9	25	46	17	9
10	¿Pone en juego sus iniciativas interactuando con los medios tecnológicos para desarrollar las habilidades basado en los contenidos aprendidos?	5	12	55	54	13	5
11	¿Los contenidos utilizando los AVAs son significativos para su aprendizaje?	20	30	22	48	18	6
12	¿Interactúa con los docentes y compañeros por medio de los AVAs para resolver dificultades de las tareas y otras actividades que complementan los aprendizajes?	20	6	46	68	4	0
	<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>138</b>	<b>509</b>	<b>702</b>	<b>110</b>	<b>52</b>
	<b>PORCENTAJE</b>	<b>25%</b>	<b>16%</b>	<b>59%</b>	<b>81%</b>	<b>13%</b>	<b>6%</b>

Tabla 3. Síntesis de resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes

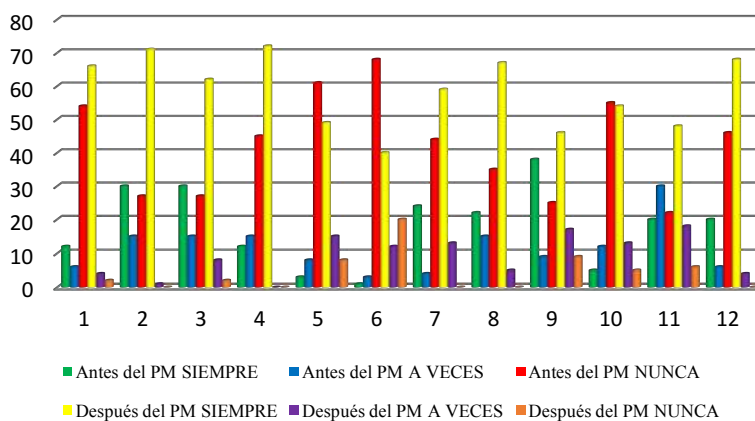


Figura 3. Comparación de resultados de encuestas a estudiantes

#### 4. Conclusiones

En este trabajo se realizó un proceso de identificación y priorización de los problemas relacionados con la aplicabilidad del AVA en la Unidad Educativa La Salle. Se determinó que muy pocos docentes se habían capacitados oportunamente en la utilización de esta plataforma tecnológica. En base de lo cual se desarrolló varias acciones para fomentar la actualización de conocimientos que permitió que el 100% de la planta docente aplicara sus conocimientos en procesos de enseñanza - aprendizaje utilizando actividades mediante los programas y herramientas tecnológicas virtuales. Además, se utilizó la metodología PACIE para lograr homogeneidad del diseño en la creación de aulas y cursos virtuales de los docentes que participaron en este caso de estudio. Esto permitió un mejor manejo de recursos y actividades disponibles en línea, que desarrolló una mayor interacción entre maestros-estudiantes y fortaleció el aprendizaje a través de una serie de actividades colaborativas. Como resultado de esto, se logró varios beneficios a nivel organizacional, académico, pedagógico, comunicacional, y tecnológico dentro de esta unidad académica. Finalmente, las competencias docentes se reforzaron a través de la combinación de conocimiento, habilidades, comprensión, valores y actitudes, que conducen a mejorar las relaciones efectivas docente-estudiante. Este tipo de atención en capacitación debe, por lo tanto, convertirse en política para obtener mejores resultados en el sistema educativo.

Como trabajo futuro hay que tomar en cuenta que las tendencias e-learnig en la era digital, son fundamentales, por lo tanto, los docentes son los primeros llamados a capacitarse en este tipo de ambientes que les permitirá dirigirse a los estudiantes en el lenguaje que ellos manejan como nativos digitales, el desafío está planteado, la educación es la clave del éxito y con ayuda de la tecnología y los AVAs, ésta pasa a ser personalizada y enfocada en el estudiante.

## Referencias

1. Perera MVA, Cuevas JIF. Un nuevo sujeto para la Sociedad de la información: Netbiblo; 2005.
2. Almenara JC. Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y comunicación educativas*. 2007;21(45):5-19.
3. Adu E, Galloway G. Information and Communication Technologies (ICT) and teacher education preparation in South Africa: Implications for 21st century classroom-based practice. *Journal of Communication*. 2015;6(2):242-7.
4. Albugami S, Ahmed V. Towards successful implementation of ICT in Saudi schools (literature review). 2015.
5. Avila P, Bosco M. Ambientes virtuales de aprendizaje: una nueva experiencia. trabajo presentado en el veinteavo consejo internacional para la educación abierta ya distancia en Dusseldorf, Alemania, del. 2001;1.
6. Romero RMTA, Humanidades CG. Ambientes virtuales de aprendizaje. 2011.
7. Barberá E, Badía A. Educar con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de ense. 2004.
8. Hubackova S, Klimova BF. Integration of ICT in lifelong education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014;116:3593-7.
9. Duart JM, Sangrá A. Aprender en la virtualidad: Gedisa Barcelona; 2000.
10. Vossen G, Hagemann S. Unleashing Web 2.0: From concepts to creativity: Elsevier; 2010.
11. Ramos PRH, García-Peñalvo FJ, González MÁC. Entornos Personales de Aprendizaje y Aulas Virtuales: una Experiencia con Estudiantes Universitarios. Versión Abierta Español-Portugués.211.
12. Rodríguez D, García Martínez R, Merlino H, Charczuk N, Lacabanne M, Caracciolo B, et al., editors. Espacios virtuales para trabajo colaborativo. XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación; 2013.
13. Gordillo MEA, Chávez MB. Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Metodología para la Educación a Distancia. 2007;9:18.
14. Salmerón H, Rodríguez S, Gutiérrez C. Metodologías que optimizan la comunicación en entornos de aprendizaje virtual. *Comunicar*. 2010;17(34).
15. Ausubel D. Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF. 1983;1:1-10.
16. Tandel KD, Dhimar R. Virtual Learning Environment. *Indian Journal of Library Science and Information Technology*. 2017;2(1):28-30.
17. Hernández-Sellés N, González-Sanmamed M, Muñoz-Carril PC. Planning Collaborative Learning in Virtual Environments. La planificación del aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Comunicar*. 2014;21(42).
18. Caguana M, Oliva R, Toapanta O, Patricia M. Implementación de un entorno virtual de aprendizaje sobre competencias genéricas como apoyo al proceso de evaluación de fin de Carrera a los Estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, 2016: Riobamba, UNACH 2016; 2016.
19. Valdés Tamayo PR, Fonseca Pérez JJ, Mestre Gómez U. Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje. Ciudad de Las Tunas: Editorial Universitaria, 2007.; 2007.
20. Šumak B, Polancic G, Hericko M, editors. An empirical study of virtual learning environment adoption using UTAUT. Mobile, Hybrid, and On-Line Learning, 2010 ELML'10 Second International Conference on; 2010: IEEE.
21. Lunavictoria M, Katerine J. Aplicación de la metodología PACIE en el aprendizaje de la matemática de la básica superior: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2016.

22. Ferrer KMF, de la Soledad Bravo M. Metodología Pacie en los ambientes virtuales de aprendizaje para el logro de un aprendizaje colaborativo. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*. 2017;12(24):3-17.
23. Valverde Berrocoso J, Garrido Arroyo MdC, Fernández Sánchez R. Enseñar y aprender con tecnologías: un modelo teórico para las buenas prácticas con TIC. *Teoría de la Educación Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 2010;11(1).
24. Camacho P. PACIE visión macro. Presentación realizada en el Programa de Experto en Procesos Elearning, Metodología PACIE–Aparición de PACIE, acceso el. 2010;18.
25. Jácome L. Importancia de la metodología PACIE en los EVAs. Ecuador; 2010.
26. Pinto JdCJ, Muñoz MEC. Construcción de aulas virtuales: impacto en el proceso de formación docente. *Apertura*. 2011;3(1):34-47.
27. Gavilanes XPB, Yuquilema MLP, Ayala LÁL. METODOLOGÍA PACIE: LA FASE PRESENCIA COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE VIRTUAL Autores e infomación del artículo.
28. Curso de expertos en elearning, FATLA. Available from: <https://www.fatla.org/becas/plataformas-elearning.html>.
29. Chen W, Lim C, Tan A, editors. Pre-Service teachers' ICT experiences and competencies: New generation of teachers in digital age. *Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education*; 2010.
30. Churches A. Taxonomía de Bloom para la era digital. *Eduteka Recuperado*. 2009;11.



# UNA REVISIÓN DE LOS AVANCES DEL MOBILE-LEARNING EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO

## A REVISION OF MOBILE-LEARNING ADVANCES IN THE UNIVERSITY CONTEXT

Mayra Alejandra Oñate Andino<sup>(1)</sup> \*, Carolyn Vanessa Freire Orozco<sup>(1)</sup>  
Steffano Israel Aguayo Cáceres<sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Informática y Electrónica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo EC060155

\*Correspondencia. Tel: +593 99 273 3389,  
E-mail: mayra.oñate@epoch.edu.ec (A, Oñate)

### RESUMEN

Mobile-Learning (M-learning) se considera una de las plataformas de mayor crecimiento. El inmenso interés en M-learning se atribuye a la increíble tasa de crecimiento de la tecnología móvil y su proliferación en todos los aspectos de la vida moderna. Considerando su importancia y teniendo en cuenta que las universidades deben hacer frente a los avances tecnológicos y a los nuevos retos educativos es importante tener una visión integral de la situación actual de universidades que han implementado iniciativas de M-learning en el mundo. Los investigadores han aportado al desarrollo de esta área de estudio realizando varias investigaciones en el área. Sin embargo, no se ha realizado un análisis sistemático de todos los casos de implementación de iniciativas de M-learning. En este artículo se presenta una revisión sistemática de los avances de M-learning en el contexto universitario, los resultados obtenidos luego de seguir la metodología propuesta por Kitchenham, muestran que las universidades han obtenido resultados positivos desde la perspectiva del docente y el estudiante y que las herramientas de software implementadas tienen un rol muy importante en este ámbito.

**Palabras clave:** *Mobile learning, M-learning, Dispositivos Móviles, Educación Superior.*

### ABSTRACT

Mobile-Learning (M-learning) is considered one of the fastest growing platforms. The immense interest in M-learning is attributed to the incredible growth rate of mobile technology and its proliferation in all aspects of modern life. Considering its importance and taking into account that universities must face technological advances and new educational challenges, it is essential to have a comprehensive vision of the current situation of colleges that have implemented M-learning initiatives in the world. Researchers have contributed to the development of this area of study by conducting several investigations in the area. However, a systematic analysis of all cases of implementation of M-learning initiatives and their results has not been carried out. In this article, a systematic review of the advances of M-learning in the university context is presented. The results obtained after following the methodology proposed by Kitchenham for the systematic re-

view, show that the universities have achieved positive results from the perspective of the teacher and the student and that the software tools implemented have a crucial role in this field.

**Key words:** *Mobile learning, M-learning, Mobile devices, Higher education*

## 1. Introducción

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son importantes para la formación educativa, ya que motivan a los estudiantes a aprender de forma creativa y amena a través del uso de sus herramientas que son más dinámicas y didácticas. “Las TIC, transforman las relaciones culturales y los modelos socioeconómicos, haciendo relativos los límites del tiempo, el espacio y el acceso a los medios digitales.” (1)

Para ello, existen entornos de aprendizaje E-learning, B-learning y M-learning que son plataformas útiles y versátiles que se enmarcan en la educación, estas pretenden que los alumnos tengan acceso a los servicios educativos desde cualquier lugar sin restricciones geográficas ni de tiempo, de manera que puedan desarrollar acciones de aprendizaje utilizando las TIC's, las cuales han permitido llevar a la globalidad al mundo de la comunicación y hoy por hoy se están volviendo imprescindibles en el desarrollo de cualquier profesión. El concepto de acceso universal a la educación se refiere a “la capacidad de todos los estudiantes para tener igualdad de oportunidades en la educación, independientemente de su clase social, género, antecedentes étnicos o discapacidades físicas y mentales”. (2)

El avance de los dispositivos móviles ha propiciado una nueva modalidad de aprendizaje, que al contar con una conectividad inalámbrica ayuda a impulsar y mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, a través de una forma novedosa e interactiva para los estudiantes denominada M-learning, contribuyendo significativamente a proporcionar acceso universal a la educación. “En otras palabras, un alumno puede controlar lo que quiere aprender, cuándo quiere aprender y dónde quiere aprender. No están restringidos a materiales prescritos, a un aula física, o incluso a un tiempo particular en el que tienen que programar otras actividades”. (3)

Consecuentemente, a nivel mundial, la implantación de iniciativas de M-learning en las universidades se ha convertido en una necesidad imperante para adaptarse a los nuevos retos educativos. M-learning se considera una de las plataformas de mayor crecimiento. Los investigadores han aportado al desarrollo de esta área de estudio realizando varias investigaciones. Sin embargo, una vez realizada la revisión, no se ha encontrado ningún trabajo similar en donde se realice un análisis sistemático e integral de todos los casos de implementación de iniciativas de M-learning y sus resultados.

Por consiguiente, este trabajo está orientado a conocer los avances que se han desarrollado en M-learning en el contexto universitario, la revisión seguirá una me-

todología, la cual nos permite realizar un análisis de los casos de implementación de iniciativas de M-learning y herramientas software utilizadas. En la primera sección se describe la metodología utilizada para la revisión sistemática; en la segunda sección mostramos los resultados y la discusión de la revisión, finalmente en la tercera sección se muestra las conclusiones de este trabajo.

## 2. Metodología

Esta revisión sistemática considera el procedimiento propuesto por Kitchenham (4), el mismo que ha sido adaptado para desarrollar este trabajo e involucra las siguientes fases: a) *Planificación de la revisión* en donde se plantean las preguntas de investigación y se define el protocolo de revisión. b) *Desarrollo de la revisión*: se seleccionan los estudios primarios de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. c) *Resultados de la revisión*: en esta etapa, se presentan las estadísticas y análisis de los documentos seleccionados, los mismos serán descritos en las secciones 2.3 y 3 respectivamente.

### 2.1 Planificación de la Revisión

Para conocer los diversos avances del M-learning para este estudio, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación en el ámbito universitario:

- PI 1: ¿Qué casos de implementación de M-learning se han realizado y que resultados se han obtenido?
- PI 2: ¿Qué herramientas software se han desarrollado y se están utilizando en M-learning?

Basados en las preguntas de investigación, la frase clave fue “m-learning”, después se identificó su sinónimo “Mobile-learning” y considerando que este estudio se realiza en el contexto universitario se incluyen las siguientes keywords: “university”, “higher education”, “college”. The cadena de búsqueda usada fue: ((“m-learning”) AND (“high education” OR “university” OR “college”)) y se aplicó al título, abstract y keywords.

La búsqueda de la información que condujo a responder las preguntas de investigación planteadas se realizó usando Scopus, la investigación cubre el período comprendido entre el año 2001 y 2018; se eligió el año 2001 pues a partir de este año se encontraron las primeras publicaciones referentes a M-learning en el contexto universitario en la revisión realizada.

Una vez ubicados los artículos científicos se aplicaron los criterios de selección y exclusión establecidos en la Tabla 1. Con respecto a las fuentes de búsqueda, se han incluido artículos y artículos de conferencias.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Estudios que hayan sido revisado por pares incluyendo: artículos y artículos de conferencias en inglés.	Artículos que no están relacionados con las preguntas de investigación.
Estudios que se enfocan en el M-learning en el contexto universitario.	Artículos duplicados (por el título o contenido)
Estudios que responden a las preguntas de investigación planteadas	Posters, editoriales, libros y tesis.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

## 2.2 Desarrollo de la Revisión

Los estudios primarios identificados en el proceso de búsqueda, fueron sometidos a un proceso de selección de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la Tabla 1; se realizó una revisión previa a su contenido, y se determinó su relevancia, la mayoría de los artículos fueron descartados porque no correspondían al contexto universitario, en la Figura 1 se muestra el proceso seguido, el mismo que responde a la metodología planteada en la sección 2.1, una vez seleccionados se analizó cada uno de los artículos a fin de contestar las preguntas de investigación planteadas en esta investigación.

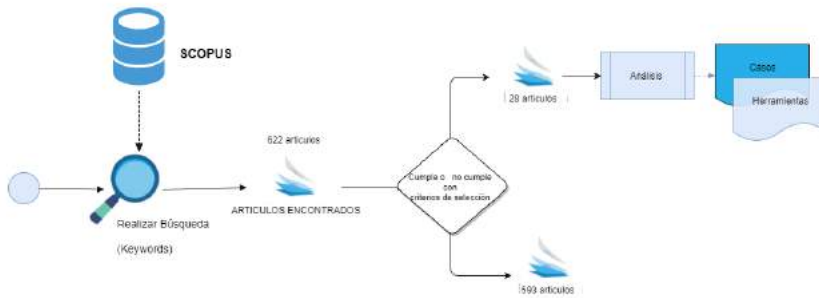


Figura 1. Proceso de Revisión Sistemática aplicado

## 2.3 Resultados de la Revisión

Como resultado del proceso de revisión, se obtuvieron 622 estudios, de los cuales, 28 fueron seleccionadas de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. La figura 2, muestra la tendencia de publicaciones realizadas en este ámbito, lo que expone la importancia de este tema en el ámbito científico. De las publicaciones seleccionadas el 42% son artículos y el 58% son artículos de conferencias.

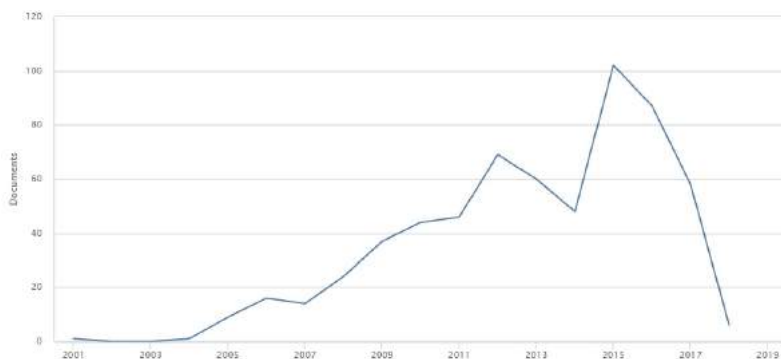


Figura 2. Evolución de las publicaciones

### 3. Resultados

Luego de realizada la revisión de la literatura y el análisis cualitativo, esta investigación considera dos aspectos a analizar en el desarrollo de M-learning, cada uno de los cuales se describe a continuación.

#### 3.1 Casos de M-learning y sus resultados

M-learning aparece para hacer frente a los nuevos retos educativos, y muchas universidades en el mundo lo están implementando obteniendo resultados positivos en el proceso de aprendizaje. La tabla 2 muestra los resultados de 22 estudios que han sido realizados en varias universidades del mundo, respondiendo así a la pregunta de investigación PI 1:

<b>País</b>	<b>Universidad</b>	<b>Tema de Análisis</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>	<b>Referencia</b>
Turquía	Universidad pública Turca	Actitud positiva hacia M-learning	Investigación de las actitudes de los estudiantes de pregrado hacia M-learning desde tres perspectivas; género, área de estudio y propiedad.	Usando un método de encuesta correlacional, se administró una Escala de Actitud de Aprendizaje Móvil (MLAS) a estudiantes, cuyo análisis reveló una actitud positiva hacia el M-learning.	(5)
Nigeria	Universidades de Nigeria		Investigación de la influencia del M-learning en las motivaciones e intereses de los estudiantes e identificar los factores que están limitando a su adopción.	Los resultados del estudio muestran que los estudiantes poseen y usan diversos dispositivos móviles para participar en actividades educativas y otras redes sociales. Los estudiantes expresaron su satisfacción con M-learning, especialmente por apoyarlos a aprender en cualquier lugar y en cualquier momento.	(6)
Arabia Saudita	Arab Open University-Bahrain		Este trabajo de investigación está orientado a medir la efectividad del aprendizaje móvil como herramienta de aprendizaje semipresencial.	Los resultados muestran que algunas de las métricas independientes de M-learning afectan las actitudes de los estudiantes hacia el M-learning, como el uso móvil en el sector educativo y la tecnología inalámbrica. Mientras que algunas otras métricas encontraron tener un efecto significativo en las actitudes de los estudiantes, como: compromisos universitarios y actitudes positivas de los estudiantes hacia su uso.	(7)
República de Yemén	Universidades en la República de Yemén		Investigación de las actitud y disposición de los estudiantes hacia la implementación de tecnologías de aprendizaje móvil.	Los estudiantes tienen una actitud positiva hacia el uso de e-learning y M-learning, pero las universidades de la República de Yemen aún no ofrecen suficientes recursos de E-learning y M-learning.	(8)

China	Universidad de Tecnologías de Chaoyang	Percepción y aceptación hacia m-learning	Investigación de la percepción y aceptación percibida en el aprendizaje móvil (M-learning).	Casi todos los instructores y los estudiantes han tenido alguna experiencia en su enseñanza y aprendizaje universitario y estuvieron de acuerdo en el impacto positivo de M-learning.	(9)
Omán	Universidades de Omán		Este estudio de investigación pretende desarrollar y validar una encuesta que mida la aceptación de M-learning por parte de los usuarios.	Se obtuvo como resultado que la consistencia interna y la confiabilidad de los ítems de Medidas de Aceptación de Mobile Learning estaban en un nivel aceptable por parte de los estudiantes.	(10)
Malasia	Universidades técnicas de Malasia		Investigación pretende desarrollar y validar una encuesta que mida la aceptación de M-learning por parte de los usuarios.	Se encontró que la consistencia interna y la confiabilidad de los ítems de Mobile Learning estaban en un nivel aceptable.	(11)
Tailandia	National Universities in Bangkok		Encuesta para evaluar las necesidades de M-Learning. La encuesta tiene como objetivo explorar cómo los estudiantes universitarios consideran M-Learning y cómo M-Learning sería adecuado para sus necesidades.	El 97.4% de los participantes que pagarían por cursos de aprendizaje en línea creían que el aprendizaje M-Learning mejoraría sus capacidades actuales de aprendizaje. M-Learning será aceptado en el futuro, ya que el 96.6 por ciento de los estudiantes universitarios declararon que querían utilizar si pueden acceder al material sin cargo.	(12)
Malasia	Universidades técnicas de Malasia	Factores conductuales de utilizar m-learning.	Investigación de los factores tecnológicos que influyen en la intención de comportamiento para utilizar M-Learning entre los estudiantes.	La utilidad percibida y la interacción de aprendizaje tienen una influencia positiva en la intención conductual de utilizar M-Learning, mientras que la calidad de la información y la calidad del sistema indica una relación negativa con la intención conductual de utilizar el M-Learning.	(13)



Portugal/ España	Universidad de la Península Ibérica	Percepción de la utilización	Investigación de la percepción de los profesores sobre M-Learning e identificación de las necesidades de los profesores en relación con las tecnologías móviles.	Según los resultados obtenidos se concluye que la mayoría de los profesores tienen conocimiento sobre cómo realizar la tarea más trivial con dispositivos móviles y un alto resultado sobre la utilización de aplicaciones tanto de realidad aumentada como de gamificación.	(14)
Kuwait	Universidad de King Saud		Investigación de las percepciones de los estudiantes y los instructores sobre el uso de dispositivos móviles en el aprendizaje, y comprender los desafíos que afectan su implementación	Los resultados revelaron que los estudiantes y los instructores tienen una percepción positiva del M-learning e indicaron que las aplicaciones de medios sociales basadas en video son utilizadas entre ellos.	(15)
Omán	Universidades de Omán		Investigación para evaluar la conciencia y la aceptación del M-learning entre los estudiantes	El 75% de los alumnos participantes en este estudio empírico tiene una buena percepción y conocen M-learning mostrando gran interés en usar dispositivos móviles en aprendizaje.	(16)
Tailandia	Universidad de Asunción de Tailandia		Este estudio se basa en una encuesta para evaluar la opinión de los estudiantes sobre el uso de dispositivos móviles para su educación.	Los resultados de la encuesta indican una mayor satisfacción de los estudiantes, costos más bajos, una mayor productividad y servicios superiores de TIC a menudo son el resultado del uso de la calidad en sus servicios	(17)
Omán	Universidades de educación superior en Omán y los Emiratos Árabes Unidos	Diferencias actitudinales en el uso de M-learning	Examinar diferentes factores para evaluar dónde hay una diferencia significativa entre las actitudes de los estudiantes y los educadores hacia el uso del M-learning	Los hallazgos revelaron diferencias significativas entre las actitudes de los estudiantes hacia el M-learning con respecto a la propiedad, el país y la edad de su teléfono inteligente.	(18)
Brasil	Universidades de Santa Catarina	Utilización de M-learning	Este estudio identifica la usabilidad de los dispositivos móviles	Según los resultados la falta de conocimiento, preocupaciones sobre el aprendizaje, así como los problemas de conectividad son barreras a superar para utilizar M-learning.	(19)
República Checa	Universidad Masaryk		Este estudio contribuye a la didáctica de M-learning, hace referencia a cómo implementar dispositivos móviles en el proceso de instrucción	Los resultados muestran que la gran mayoría de los estudiantes y profesores están listos para el uso eficiente de dispositivos móviles en la educación de ingeniería.	(20)
México	University of Hradec Kralove	Impacto de M-learning en los estudiantes	Investigación del impacto que tienen las tecnologías móviles en el aprendizaje de los estudiantes.	Según los resultados un 86% de estudiantes usan su teléfono para jugar, pero la mayoría de ellos también lo usan como soporte en su aprendizaje, y el 79% de estos becarios desearía implementar oficialmente la tecnología móvil como un medio de aprendizaje.	(21)

Reino Unido	Universidades en Reino Unido	Atención a M-learning	Explora los procesos de adopción de las nuevas tecnologías, y considera los factores detrás de la decisión de ofrecer servicios inalámbricos y cómo los estudiantes y los profesores parecen haber respondido hasta aquí.	Los resultados sugieren que se ha prestado muy poca atención a la comprensión de los contextos sociales de uso y las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología, que se consideran fundamentales para el desarrollo de usos pedagógicos inalámbricos.	(22)
EEUU	Southern University at New Orleans (SUNO)	Caso de implementación	Este estudio muestra como esta universidad logró convertirse en un campus de aprendizaje electrónico después de Huracán Rita y Huracán Katrina. La institución pudo migrar y utilizar M-learning para seguir adelante con su misión de proporcionar educación superior para estudiantes.	De este estudio se desprende que el móvil, las tecnologías y el M-learning jugaron un papel clave en la supervivencia de SUNO. También revitalizado el ambiente académico con profesores motivados, personal y estudiantes entusiastas.	(23)
Reino Unido	Universidad de Londres	Efectividad de m-learning	En este artículo describimos un estudio de la efectividad del aprendizaje móvil (m-learning) en forma de podcasting, para enseñar a estudiantes.	El estudio sugiere que el uso de podcasts como una herramienta de revisión tiene claros beneficios según lo percibido por los estudiantes de pregrado en términos del tiempo que toman para revisar y cuánto sienten que pueden aprender.	(24)
Pakistán	Universidad Quaid-e-Awam, Nawabshah, Pakistán	Influencia positiva hacia m-learning	Investigación de la influencia de una aplicación de aprendizaje móvil (M-Learning) en los resultados de aprendizaje de los estudiantes.	Los hallazgos de este estudio sugieren que la aplicación tiene una influencia positiva en los resultados de aprendizaje de los estudiantes.	(25)
Australia	Universidades de Australia	Exploración de implementación	Estudio de casos que exploraron la implementación de dispositivos móviles.	Según los resultados el aprendizaje móvil puede hacer contribuciones valiosas para vincular diferentes entornos de aprendizaje.	(26)

Tabla 2. Resultados de casos de estudio M-learning en la universidad

Luego de la revisión realizada la totalidad de estudios referentes a casos de estudio analizado evidencia una actitud positiva de los estudiantes y docentes en la adopción de M-learning, y esto responde al crecimiento exponencial del uso de dispositivos móviles y al parecer está ocasionando que los docentes y estudiantes desarrollen nuevas habilidades para el aprendizaje. Además, se evidencia que existe una influencia positiva en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, la misma puede ser propiciada por la motivación mostrada al usar dispositivos móviles con fines educativos.

### 3.2 Herramientas Software desarrolladas para M-learning en las universidades

Los resultados que se muestran en la Tabla 3 responden a la pregunta de investigación PI 2; proporcionando una descripción de las herramientas software que

han sido utilizadas en universidades para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje en M-learning, y los resultados de su uso, 7 herramientas han sido encontradas luego de la revisión.

Herramientas	Universidad	Descripción	Resultados	Referencia
SYSPRO Latte	Universidad Sudafricana	El objetivo principal de la aplicación SYSPRO M-learning es apoyar la enseñanza y el aprendizaje de sistemas ERP al proporcionar material de aprendizaje para usar en cualquier lugar y en cualquier momento. SYSPRO Latte tiene tres características principales: visualización de contenido, simulación práctica y evaluación. El contenido textual y de video provisto por la aplicación consiste en una colección animada dinámica e ilustrativa de la estructura de las tareas y actividades que conforman un proceso comercial dentro de ERP.	Los resultados revelaron que los estudiantes percibieron que SYSPRO Latte es fácil de usar y útil.	(27)
iLancaster	Universidad del Reino Unido	La aplicación iLancaster es una herramienta de participación gratuita disponible para iOS, Android y una versión web proporciona servicios, recursos e información para las necesidades de diferentes usuarios	Basado en el análisis cualitativo y cuantitativo de datos, estudiantes, extranjeros y UE / Reino Unido parecen estar ansiando más simplicidad e información en el proceso de aprendizaje	(28)
MobileEdu	Universidades de Nigeria	La aplicación está destinada a facilitar el aprendizaje de cursos de informática en dispositivos móviles, apoyar el aprendizaje ubicuo, colaborativo y social para estudiantes. Además, la aplicación facilita el acceso a los recursos de aprendizaje.	Existe un impacto potencial de desarrollar M-learning, se recomienda a los educadores que deben elegir estrategias de enseñanza apropiadas que se adapten a la configuración y la pedagogía de los alumnos.	(29)
UMass Lowell MISCOM (MLS)	University of Massachusetts Lowell College of Management,	Se desarrolló una aplicación prototipo para vincular dispositivos W / H a tres sitios web de cursos. A medida que los estudiantes recopilan y analizan datos ambientales, pueden chatear con sus compañeros o interactuar con una base de datos en el servidor.	Los resultados de este estudio exploratorio proporcionan una mejor comprensión del papel de la tecnología móvil en la educación superior. Los datos de antecedentes revelan que un gran porcentaje de la muestra posee un dispositivo W / H (86.9%) y una buena mayoría (80%) posee teléfonos celulares.	(30)yet, not much has been done to extend the usage of these devices in electronic learning (e-learning)

NutriBiochem Canada	University of Guelph Humber	La aplicación móvil NutriBiochem se desarrolló como un recurso de aprendizaje para su uso en bioquímica de pregrado y educación nutricional.	Los hallazgos de este estudio son importantes, ya que sugieren que NutriBiochem es una herramienta de estudio efectiva, que se sienten cómodos con la tecnología y acceden a ella con regularidad. Se ha demostrado que el uso de aplicaciones móviles en la educación científica es: 1) eficaz para mejorar la experiencia de aprendizaje; 2) importante como un método emergente de aprendizaje dadas las presiones modernas que enfrenta la educación; y, 3) se encontraron percepciones positivas de los estudiantes en cuanto a la adopción y el uso de dicha tecnología con fines educativos.	(31) tablets, or computers. Students were surveyed upon completion of the final exam (n = 88)
Butterfly Shooter	Universidades Iránies/ Reino Unido e Iran	Este juego es una versión del juego del ahorcado y se llama "Butterfly Shooter". Hay una mariposa que representa al jugador; disparando la bala roja hacia las bolas rodantes, uno puede elegir la letra deseada. Cada vez que el sprite de bala colisiona con una de las bolas, se comprueba si la letra es correcta. Si es correcto, se colocará en el tablero derecho. Cuando una bala alcanza la letra equivocada, la mariposa perderá un ala. Al perder todas sus 6 alas, el juego se detendrá y aparecerá una imagen de "fallo".	Este juego ha demostrado que pueden motivar a los estudiantes utilizando un entorno informal. Los estudiantes desarrollan su conocimiento mientras actúan en un mundo virtual agradable para alcanzar los objetivos propuestos. El documento concluye que el uso del M-learning dentro del marco informal de aprendizaje proporciona una herramienta omnipresente que puede ayudar poderosamente a los estudiantes.	(32)
MOBO city	Universidades Iránies/ Reino Unido e Iran	El juego para móviles "MOBO city" era implementado utilizando Java 2 MicroEdition (J2ME). Se destaca para Motherboard City porque el tema principal del juego es el de una placa base. Simboliza una ciudad donde los componentes electrónicos se encuentran diferentes ubicaciones, al igual que en una placa base real. La tarea del jugador es mover los datos en el orden correcto y de la manera correcta, al destinatario correcto. Este es claramente un desafío complejo.	Demuestra que los estudiantes pueden adquirir un segundo idioma simplemente utilizándolo para comprender el contenido de un tema o escenario determinado, sin que el segundo idioma sea el centro de instrucción explícita.	

Tabla 3. Herramientas Software utilizadas en M-learning en el contexto universitario

Las herramientas software juegan un papel importante en M-learning, se ha demostrado que el uso de aplicaciones móviles en la educación es eficaz para mejorar la experiencia de aprendizaje; se encontraron percepciones positivas de los estudiantes en cuanto a la adopción y el uso de dispositivos móviles con fines educativos. Además, es una tendencia que los estudiantes anhelan simplicidad en el proceso de aprendizaje, por lo que, las herramientas orientadas a M-learning

ning deben considerar aspectos referentes a las usabilidades y a pedagogía. Esto se refleja en resultados de estudios realizados que percibieron positivamente las aplicaciones que eran fáciles de usar y útiles.

#### **4. Conclusiones**

Este estudio facilita una mejor comprensión del M-learning en el contexto universitario. El objetivo principal fue investigar los avances del Mobile learning en las universidades del mundo y los resultados en los casos en donde se han implementado iniciativas de m-learning, respondiendo a las preguntas de investigación planteadas. Los resultados de la investigación, muestran que la totalidad de estudios referentes a casos de implementación de alguna iniciativa analizados evidencian una actitud positiva de los estudiantes y docentes en la adopción de m-learning, esto responde al crecimiento exponencial del uso de dispositivos móviles, también, puede ser propiciada por la motivación mostrada al usar dispositivos móviles con fines educativos y que las herramientas de software desarrolladas son un componente principal en esta nueva tendencia de enseñanza. Por otra parte, las herramientas software desarrolladas juegan un rol importante en este ámbito, se ha demostrado que el uso de aplicaciones móviles en la educación es eficaz para mejorar la experiencia de aprendizaje, las herramientas orientadas a M-learning deben considerar aspectos referentes a las usabilidades y a pedagogía; esto se refleja en resultados de estudios realizados que percibieron positivamente las aplicaciones que eran fáciles de usar y útiles.

Además de los aspectos abordados en esta investigación, es importante realizar un análisis de varios temas referentes M-learning, como, por ejemplo, modelos, metodologías, método, técnicas, herramientas, los factores de adopción, niveles de aprendizaje.

#### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por el apoyo en esta investigación.

#### **Conflicto de intereses**

Los autores declararon que no hay conflictos de intereses potenciales con respecto a la investigación, autoría y / o publicación de este artículo.

#### **Referencias**

1. Rosangela Spagnol SCF, Squirra. Mobile technology and communication potentials in education. LOGOS, Communications & University; 2011. p. 267-278.
2. Ordoñez de Pablos P. Technology Enhanced Learning for People with Disabilities: Approaches and Applications (Premier Reference Source). 2010;105–120.
3. Kukulska-Hulme A. Mobile learning: A handbook for educators and trainers. 2005;1–6.

4. Kitchenham B, Pretorius R, Budgen D, Pearl Brereton O, Turner M, Niazi M, et al. Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study. *Inf Softw Technol* [Internet]. 2010 Aug 1 [cited 2018 Feb 12];52(8):792–805. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584910000467?via%3Dihub>
5. Technology I. Mobile Learning According To Students of Computer Engineering and Computer Education : 2018;(January):4–17.
6. Oyelere SS, Suhonen J, Shonola SA, Joy MS. Discovering students mobile learning experiences in higher education in Nigeria. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) [Internet]. 2016;1–7. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7757541/>
7. Mohammad S. Effectiveness of M-Learning in blended learning-design of prototype framework for AOU Bahrain. *Proc - 2015 5th Int Conf e-Learning, ECONF 2015*. 2016;201–6.
8. Tuparov G, Alsabri AAA, Tuparova D. Students' readiness for mobile learning in Republic of Yemen - A pilot study. *Proc 2015 Int Conf Interact Mob Commun Technol Learn IMCL 2015*. 2015;(November):190–4.
9. Chen KTC. Examining EFL instructors' and students' perceptions and acceptance toward M-learning in higher education. *Univers Access Inf Soc*. 2017;16(4):967–76.
10. Sharma SK, Sarrab M, Al-Shihi H. Development and validation of Mobile Learning Acceptance Measure. *Interact Learn Environ* [Internet]. 2017;25(7):847–58. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2016.1224250>
11. Kim-Soon N, Ibrahim MA, Razzaly W, Ahmad AR, Sirisa NMX. Mobile technology for learning satisfaction among students at Malaysian technical universities (MTUN). *Adv Sci Lett*. 2017;23(1):223–6.
12. Vate-U-Lan P. Mobile learning: Major challenges for engineering education. 38th ASEE/IEEE Front Educ Conf [Internet]. 2008;(October):T4F–11–T4F–16. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78650759095&partnerID=tZOtx3y1%5Cnhttp://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4720385>
13. Ibrahim MA, Kim-Soon N, Razzaly W, Ahmad AR, Sirisa NMX. Information system key success factors and student behavioral intention to use m-learning. *Adv Sci Lett*. 2017;23(4):2868–71.
14. Moreira F, Pereira CS, Durão N, Ferreira MJ. A comparative study about mobile learning in Iberian Peninsula Universities: Are professors ready? *Telemat Informatics* [Internet]. 2017; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.09.010>
15. Al-Hunaiyyan A, Alhajri RA, Al-Sharhan S. Perceptions and challenges of mobile learning in Kuwait. *J King Saud Univ - Comput Inf Sci* [Internet]. 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.12.001>
16. Sarrab M, Al-Shihi H, Khan AI. An empirical analysis of Mobile learning (M-learning) awareness and acceptance in higher education. 2015 Int Conf Comput Netw Commun CoCoNet 2015. 2016;960–3.
17. Nagi K. Using mobile devices for educational services-a case study of student expectations. *TENCON 2008 - 2008 IEEE Reg 10 Conf*. 2008;1–5.
18. Al-Emran M, Elsherif HM, Shaalan K. Investigating attitudes towards the use of mobile learning in higher education. *Comput Human Behav* [Internet]. 2016;56:93–102. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.033>
19. Bachmann AMR, Menestrina RV, Domingues MJ. The M-Learning Use in Higher Education: A Study in Santa Catarina Universities. 2015 Ninth Int Conf Complex, Intelligent, Softw Intensive Syst [Internet]. 2015;427–9. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7185225/>
20. Simonova I, Poulouva P, Cerna M. Pre-conditions for efficient m-learning. *IEEE Glob Eng Educ Conf EDUCON*. 2015;2015–April(March):255–61.

21. Zaldivar A, Tripp C, Aguilar JA, Tovar JE, Anguiano CE. Using Mobile Technologies to Support Learning in Computer Science Students. *IEEE Lat Am Trans* [Internet]. 2015;13(1):377–82. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7040672/>
22. Lee L. Exploring processes and outcomes of wireless internet in higher education: A case study of a university's early experience. *Learn Media Technol*. 2007;32(4):369–80.
23. Omar A, Liu LC, Koong KS. From disaster recovery to Mobile Learning: a case study. *Int J Mob Learn Organ* [Internet]. 2008;2(1):4. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79960324774&partnerID=tZOtx3y1>
24. Evans C. The effectiveness of m-learning in the form of podcast revision lectures in higher education. *Comput Educ*. 2008;50(2):491–8.
25. Arain AA, Hussain Z, Rizvi WH, Vighio MS. An analysis of the influence of a mobile learning application on the learning outcomes of higher education students. *Univers Access Inf Soc*. 2017;1–10.
26. Andrews T, Smyth R, Caladine R. Utilizing students' own mobile devices and rich media: Two case studies from the health sciences. *Int Conf Mobile, Hybrid, On-line Learn*. 2010;71–6.
27. Scholtz BM, Kapeso M, de Villiers MRR. The usefulness and ease of use of a mobile simulation application for learning of ERP systems. *South African Comput J*. 2017;29(2):87–105.
28. Adamu MS. Developing a Mobile Learning App : A User - Centric Approach. *Proc First African Conf Hum Comput Interact - AfriCHI'16*. 2016;
29. Oyelere SS, Suhonen J. Design and implementation of MobileEdu M-learning application for computing education in Nigeria: A design research approach. *Proceedings - 2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering, LaTiCE 2016*. 2016;27–31.
30. Motiwalla LF. Mobile learning: A framework and evaluation. *Comput Educ*. 2007;49(3):581–96.
31. Teri S, Acai A, Griffith D, Mahmoud Q, Ma DWL, Newton G. Student use and pedagogical impact of a mobile learning application. *Biochem Mol Biol Educ*. 2014;42(2):121–35.
32. Fotouhi-Ghazvini F, Earnshaw RA, Haji-Esmaili L. Mobile assisted language learning in a developing country context. *2009 Int Conf CyberWorlds, CW '09*. 2009;391–7.



# APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE GRAFICS-ANALYTICS, UNA APP BASADA EN ANDROID

(LEARNING OF STATISTICS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF  
GRAFICS - ANALYTICS, AN ANDROID-BASED APP)

Stteffano Israel Aguayo Cáceres<sup>(1)</sup>, Diego Fernando Avila-Pesántez<sup>(1)\*</sup>,  
Leticia Azucena Vaca-Cárdenas<sup>(1)</sup>, Vicky Nathali Arrobo Rivera<sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Informática y Electrónica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

\*Correspondencia. Tel.: 593992524631, Fax: 59332962745,  
E-mail: davila@epoch.edu.ec (D. Avila-Pesantez)

## RESUMEN

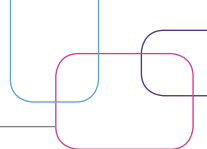
El vertiginoso avance tecnológico y las nuevas herramientas de aprendizaje en el contexto académico generan en los docentes la necesidad de utilizar estrategias novedosas para captar el interés de los estudiantes por el aprendizaje de la Estadística. En este artículo se presenta una propuesta alternativa de ambiente de aprendizaje basado en la utilización de la app Grafics-Analytics como instrumento de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de la asignatura de Estadística Descriptiva a nivel universitario. Esta aplicación está diseñada con una interface interactiva, con elementos didácticos de fácil uso que promueve una nueva forma de aprender a través de los dispositivos móviles. La app Grafics-Analytics se puso a prueba con un grupo de 40 estudiantes universitarios divididos en grupo de control y de experimentación. Como hallazgos fundamentales se destaca el mejor desempeño académico de los estudiantes que utilizaron este aplicativo.

**Palabras Claves:** *Grafics-Analytics, app móvil, Estadística Descriptiva, Aprendizaje de la Estadística.*

## ABSTRACT

The vertiginous technological advance and the new learning tools in the academic context, generate in the teachers the need to use novel strategies to capture the interest of the students for the learning of the Statistics. This article presents an alternative proposal for a learning environment based on the use of the Grafics-Analytics app as an instrument to support the teaching and learning process of the contents of the subject of Descriptive Statistics at the university level. This application is designed with an interactive interface, with educational elements easy to use that promotes a new way of learning through mobile devices. The Grafics-Analytics app was tested with a group of 40 university students divided into a control and experimentation group. As principal findings highlight the best academic performance of students, who used this application.

**Key words:** *Grafics-Analytics, mobile app, Descriptive Statistics, Learning of Statistics.*



## 1. Introducción

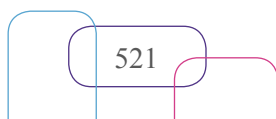
La Estadística tiene un papel primordial en el desarrollo de la sociedad moderna, ya que proporciona las herramientas metodológicas generales para analizar la variabilidad, determinar relaciones entre variables, diseñar en forma óptima estudios y experimentos, y mejorar las predicciones y toma de decisiones en situaciones de incertidumbre (1). En las últimas décadas, su enseñanza se ha incorporado, crecientemente en las escuelas, institutos y carreras universitarias, por el valor que el desarrollo del razonamiento estadístico tiene en el entorno académico (2). Además, en el trabajo de Batanero (3), se establece que la Estadística es un buen vehículo para alcanzar las capacidades de comunicación, tratamiento de la información, resolución de problemas, y trabajo en equipo; razón por la cual, se da mayor importancia en los currículos a nivel universitario.

Hasta la actualidad, la educación en Estadística todavía es tratada como una disciplina nueva y emergente, si se compara con otras disciplinas de investigación (4). Suele suceder que la investigación en educación Estadística puede parecer una disciplina invisible y fragmentada, porque los estudios relacionados con este tema de interés han aparecido en publicaciones de diversas disciplinas distintas a la Estadística como la Psicología, Educación, Educación Matemática o en Tecnología Educativa (5-7). Varias investigaciones en los últimos años se centran en superar las dificultades que enfrentan los estudiantes y los profesores en el aprendizaje de la Estadística (8, 9).

Por lo tanto, es muy importante desarrollar el razonamiento estadístico en los estudiantes universitarios, y este comprende cinco componentes fundamentales que son (10):

- Reconocer la necesidad de los datos: La base de la investigación Estadística es la hipótesis
- Transnumeración: pasar de los datos brutos a una representación de su distribución (modelización)
- Percepción de la variación: permite hacer predicciones, buscar explicaciones y causas de la variación
- Razonamiento con modelos estadísticos: es una forma de representar la realidad
- Integración de la Estadística y el contexto: logra despertar interés y motivación

En muchos países, las autoridades educativas han reconocido la necesidad de alfabetización dentro del área de la Estadística, y la han incluido dentro de los currículos de estudio en los distintos niveles educativos y en la formación de los docentes (11). Además, la era digital ha permitido que las ciencias y la tecnología se desarrollen vertiginosamente, por tal razón, es importante que se utilicen nuevas herramientas tecnológicas en el área de la educación estadística, debido a que la tecnología se ha convertido en apoyo fundamental para el desarrollo



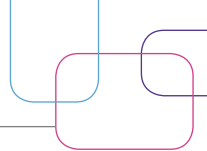
y aprendizaje en el contexto universitario. Bajo este antecedente, el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo e implementación de una aplicación móvil de enseñanza de la Estadística, llamada *Grafics-Analytics*, la cual permite a los estudiantes fortalecer los conceptos fundamentales y desarrollar habilidades útiles en la resolución de problemas de la Estadística Descriptiva.

Para lograr el objetivo mencionado, la presente investigación contiene en la primera sección un estudio del arte relacionado al análisis del contexto actual e investigaciones sobre la enseñanza de la Estadística. La segunda sección se enfoca en la metodología de desarrollo de la app *Grafics-Analytics*. Finalmente, se describe la experimentación con el software y se detallan las conclusiones.

### *1.1 Contexto actual e investigaciones sobre la enseñanza de la Estadística*

Aunque hace algunos años, pocos investigadores se interesaban por los problemas de la enseñanza y aprendizaje de la Estadística, en la actualidad existe un aumento notable de publicaciones, diseños curriculares e investigaciones relacionadas con este tema (2). Consecuentemente, la Estadística se ha incorporado, en forma generalizada al currículo de matemáticas en la enseñanza primaria, secundaria y de las diferentes especialidades universitarias en la mayoría de los países. Esto ha impulsado la investigación y el desarrollo curricular en el campo específico de la Estadística (12-14). Además, la elaboración de nuevos materiales didácticos, software educativo, investigaciones, revistas, reuniones y congresos sobre la enseñanza de la Estadística han crecido significativamente en los últimos años. Esto ha apoyado el interés de otras áreas de la ciencia, como la Psicología y Educación, para generar nuevas investigaciones sobre el razonamiento estadístico, que se apoyan en las actividades psicoterapeutas (1, 5, 11).

Por otro lado, según la investigación realizada por Batanero (15), la relación entre el desarrollo de un país y el grado en que su sistema estadístico produce resultados completos y fiables, permiten la toma de decisiones acertadas de tipo económico, social y político. Por ende, la educación estadística necesita de profesionales y ciudadanos que interpreten y tomen a su vez decisiones basadas en esta información. Consecuentemente, el interés por la enseñanza de la Estadística, dentro de la educación matemática, viene ligado al rápido desarrollo de la Estadística como ciencia y factor útil en la investigación, la técnica y la vida profesional. Esto es impulsado por la masificación de los computadores, el crecimiento de su potencia y rapidez de cálculo y las posibilidades de comunicación global. Todo ello, ha facilitado el uso de la Estadística a un número creciente de personas, provocando una gran demanda de formación básica en esta materia (16). Los nuevos currículos de educación primaria, secundaria, y universitaria incluyen en forma generalizada recomendaciones sobre la enseñanza de la Estadística. Sin embargo, en la práctica existen pocas aplicaciones software adaptadas a las necesidades específicas de cada nivel educativo (17).

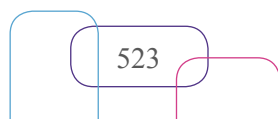


Una dificultad en este proceso proviene de los cambios progresivos que la Estadística está experimentando en nuestros días, tanto desde el punto de vista de su contenido, como de las demandas de formación (18). Estamos caminando hacia una sociedad cada vez más informatizada y una comprensión de las técnicas básicas de análisis de datos y su interpretación adecuada son cada día más importantes (15). Esto conlleva, a tener que enseñar Estadística a estudiantes con capacidades y actitudes variables, e incluso a los que siguen una carrera no científica, los mismos que no disponen de la misma base de conocimientos de cálculo que sus compañeros.

Al mismo tiempo, la Estadística como ciencia, atraviesa un período de notable expansión, siendo cada vez más numerosos los procedimientos disponibles, alejándose cada vez más de la matemática pura y convirtiéndose en una “ciencia de los datos”, lo que implica la dificultad de enseñar una Estadística en continuo cambio y crecimiento (2). Por ejemplo, el docente ha tratado de incorporar las calculadoras gráficas o el computador como mecanismo de apoyo en su clase de Estadística. Por otro lado, el número de investigaciones sobre la didáctica de la Estadística es aún muy escaso, en comparación con las existentes en otras ramas de las matemáticas. Por ello, no se conocen aun cuáles son las principales dificultades de los estudiantes en muchos conceptos importantes. Sería también preciso experimentar y evaluar métodos de enseñanza adaptados a la naturaleza específica de la Estadística, a la que no siempre se pueden transferir los principios generales de la enseñanza de las Matemáticas. A ello se suma que las investigaciones existentes no son muy conocidas por los docentes, ya que falta todavía mucha labor de difusión.

Por otro lado, en el trabajo desarrollado por Lane & Peres (19) se manifiesta que uno de las grandes preocupaciones de los estudiosos de la Estadística está relacionada a ¿Cómo se puede usar la tecnología para promover el razonamiento estadístico?. Una de las principales áreas de interés actual es el rol de las herramientas tecnológicas (como las computadoras, calculadoras gráficas, software, dispositivos móviles e Internet) pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar la Estadística y el razonamiento estadístico. Varias investigaciones demuestran que las aplicaciones deben ser bien diseñadas para que se conviertan en una herramienta de enseñanza efectiva y de interacción con el currículo de los estudiantes cuidadosamente estructurado (20-22).

Los dispositivos móviles como los “Smartphones” y “Tablets” están siendo ampliamente utilizados en los campus universitarios, lo que indica que las aplicaciones (app) se están desarrollando masivamente en un este entorno (23). Por lo tanto, la enseñanza del futuro debe ser enfocada hacia dicho ambiente. Además, el crecimiento del uso de los dispositivos móviles ha creado en los estudiantes una motivación e interés para interactuar en temas relacionados con todas las ciencias y de manera particular sobre la “Estadística”, ya que brindan una mayor disponibilidad de información que ayuda al estudiante a reforzar sus conocimientos de una manera fácil, rápida, interactiva, y portable (24).



## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Desarrollo de la aplicación Interactiva *Grafics-Analytics*

*Grafics-Analytics* es una aplicación educativa e interactiva, que facilita la adquisición de conocimientos sobre Estadística Descriptiva. Este aplicativo utilizó el lenguaje de programación Java como el ambiente de desarrollo, integrado con Android Studio 2.3 para generar el diseño de la interfaz gráfica y la programación. Estos elementos dan soporte y funcionalidad al sistema. La principal aplicabilidad de este software es la generación de gráficas que permiten al estudiante comprender de mejor manera los contenidos de las medidas de centralización, variabilidad, tablas de frecuencias y medidas gráficas. Esta app trabaja en la plataforma Android, que es una solución completa de software (sistema operativo, un conjunto de librerías de bajo y medio nivel, y aplicaciones destinadas al usuario final) de código libre para teléfonos y dispositivos móviles (25, 26).

Existen varias metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles (27). Para la app *Grafics-Analytics* se escogió una metodología híbrida (Hybrid Methodology Design) propuesta por Rahimian & Ramsin (28). Esta metodología utiliza el modelo iterativo incremental para el proceso de desarrollo y de este modo lograr la rápida entrega de software y mejorar las capacidades de gestión, ya que constituyen una buena solución para proyectos a corto plazo (29). Se basa en tres fases principales: Análisis, Diseño arquitectural e Implementación y evaluación (Ver Fig. 1).

*Análisis*: Esta fase comprendió la gestión de requerimientos para el desarrollo de esta aplicación, los cuales consisten en una lista de tareas a realizarse, teniendo en cuenta los aspectos pedagógicos y contenidos de aprendizaje. En las reuniones de trabajo participaron docentes de Estadística, pedagogos, ingenieros, y diseñadores gráficos, en este proceso se determinó el subconjunto de etapas cuyo objetivo principal fue identificar los diferentes elementos para la producción de la aplicación para la plataforma móvil. Se utilizó el modelo educativo constructivista, que se basa en la construcción del conocimiento, a través, de la experiencia física, es decir, el contexto o medio ambiente (30).

*Diseño Arquitectural*: Durante la fase de diseño, los recursos digitales necesarios fueron creados, incluyendo ilustraciones y objetos estructurados que reflejan las especificaciones realizadas en la fase de análisis (31). Además, se definió la interrelación entre el contenido educativo y la formación, así como, el diseño de la interfaz de usuario más adecuado para el público objetivo. Un prototipo de diseño se estableció para el proceso de aprendizaje virtual que se ejecutará en los dispositivos móviles sin conexión a Internet. Esta tarea contempló el diseño de la interfaz de usuario principal de *Grafics-Analytics* que se muestra en la Fig. 2a. Además, se definieron características teniendo en cuenta el estilo gráfico,

donde a través de los botones pueden acceder a cada capítulo del contenido de la asignatura de Estadística Descriptiva. Una vez que el usuario ingresa a un tema, la siguiente interfaz, que se muestra en la Fig. 2b, le permite al usuario acceder a contenidos específicos. Al escoger una de estas opciones se proporciona una explicación breve del tema seleccionado definiendo conceptos, funcionalidad y gráficas de resultados. Además, se analizó requerimientos para que la app sea autoajutable según el tamaño de pantalla del dispositivo móvil donde se encuentra ejecutándose la aplicación.

*Implementación y evaluación:* En la última fase se seleccionó las herramientas y el software necesarios para crear la aplicación. Para el desarrollo, por su portabilidad, se utilizó el lenguaje de programación Java para ambientes móviles, continuando con la creación de las interfaces. Finalmente, se implementó la app con el kit de Android Studio 2.3 (32). Esto permitió la creación de una interfaz gráfica de manera sencilla, amigable e intuitiva para el usuario final. Además, en esta fase se colocaron elementos como botones, menús, paneles, mensajes de alerta, etc. Para el desarrollo de Graphics-Analytics se empleó el paradigma de Programación Orientada a Objetos, ya que es fácil controlar la ejecución correcta del sistema. En la Fig. 3, se muestra un fragmento de código fuente de la app.

En la evaluación, el funcionamiento de la aplicación fue verificado por un docente de la carrera de Ingeniería de sistemas y un docente de Estadística. Ambos instalaron la app en un dispositivo móvil con sistema operativo Android, que se utilizó para las pruebas piloto. Una vez que la aplicación fue validada en su correcto funcionamiento, se instaló en los dispositivos móviles de los estudiantes de la asignatura de Estadística de la carrera de Ingeniería en Sistemas. Para esto, el software fue cargado en la infraestructura de la nube para una distribución masiva usando Google Drive. En la Fig. 4, se muestran algunas de las representaciones que puede realizar la aplicación desarrollada.



Figura 1. Etapas de la metodología Híbrida de Diseño de Graphics-Analytics





Figura 2. Interfaces iniciales de Grafics-Analytics 2a) Interfaz principal y 2b) Interfaz de selección de gráficas.

A pesar de haber analizado y tomado como referencia otras aplicaciones como “Descriptive Statistics” y “Estadística PRO” hay características diferentes y significativas que hacen particularmente interesante la app Grafics-Analytics. Por ejemplo, este aplicativo está centrado particularmente en el pensum académico universitario previamente validado sobre la Estadística Descriptiva. La app brinda una interfaz de interacción sencilla, intuitiva y rápida de utilizarla. Además, contiene una distribución previamente analizada para que el usuario obtenga directa y únicamente el resultado solicitado sin distractores, ni referencias de otros temas. Finalmente, los capítulos temáticos están clasificados por subtemas haciendo que la estructura sea más comprensible para el usuario.



```

public void onClick(final View clicked) {
    switch (clicked.getId()) {

        case R.id.btnInsertarEtiqueta:
            EditText txtIngresaEtiqueta = (EditText) findViewById(R.id.txtIngresaEtiqueta);
            Vetiquetas[nE++] = (String.valueOf(txtIngresaEtiqueta.getText())); txtIngresaEtiqueta.
            setText(null);
            if(cont!=0) {
                Vpos[nP++] = nD;} cont++;
            nD=0;
            break;
        case R.id.btnIngresaCaja:
            EditText txtIngresa = (EditText) findViewById(R.id.txtIngresaCaja); Vdatos[nD++][nE-1] =
            Float.parseFloat(String.valueOf(txtIngresa.getText())); txtIngresa.setText(null);
            break;

        case R.id.btnGraficarCaja:
            Vpos[nP++] = nD;
            CandleStickChart = (CandleStickChart)findViewById(R.id.chart);
            ArrayList<CandleEntry> entries = new ArrayList<>();
    
```

Figura 3. Fragmento del código fuente de la app.



Fig. 4. Representaciones gráficas. 4a) Diagrama de Barras, 4b) Diagrama Circular, 4c) Polígono de frecuencia.

## Resultados

La validación y pruebas de Graphics-Analytics se llevó a cabo en la ciudad de Riobamba, Ecuador. El universo para este estudio está constituido por todos los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería en Electrónica. Sin embargo, una muestra de 40 individuos fue seleccionada de forma aleatoria e independiente para evitar una posible sesgo de la misma (33). El grupo está conformado por 26 hombres (65%) y 14 mujeres (35%), cuyas

edades oscilan entre 20 y 21 años ( $M = 15.90$ ,  $SD = 0.47$ ). Las actividades de estudio duraron dos meses, con una frecuencia de asistencia a clases de dos horas por semana. Los contenidos tratados estuvieron relacionados con medidas de centralización, variabilidad, tablas de frecuencias y medidas gráficas.

Para llevar a cabo una comparación, la muestra se dividió en dos grupos. El primero se denominó de control (GC) que utilizó el método tradicional de enseñanza de Estadística; y el segundo grupo se llamó Experimental (GE) que trabajó con el software Graphics-Analytics. Al inicio del proceso se realizó un entrenamiento del aplicativo (app) a los estudiantes y a dos profesores de la asignatura de Estadística. Luego, el desempeño académico de cada estudiante fue registrado, tomando en cuenta la escala de calificaciones (1 al 10). Se realizaron 4 evaluaciones a cada estudiante de ambos grupos. Con estos datos, se calculó la calificación promedio por cada estudiante. Después se realizó un análisis utilizando el estadístico R (software libre) aplicando el test de Shapiro-Wilk, lo que estableció que la distribución de los datos no era normal. Por tanto, fue usado el método de Wilcoxon pues existió una diferencia significativa entre la distribución de las calificaciones, obteniéndose un  $p\text{-value} = 0.0001077 < 0.5$  (Ver Tabla 1).

Método	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
Clase tradicional	6.250	6.500	7.000	7.013	7.500	8.000
Graphics-Analytics	7.250	7.250	8.125	8.012	8.500	9.000

Table 1. Resumen estadístico del desempeño académico de los estudiantes.

La comparación entre los resultados del desempeño académico de los dos métodos se presenta en las Fig. 5 (a, b). El boxplot y el análisis descriptivo de los datos confirman que existe un mejor rendimiento de los estudiantes cuando se utilizó el software Graphics-Analytics como mecanismo de refuerzo de los contenidos de la asignatura de Estadística.

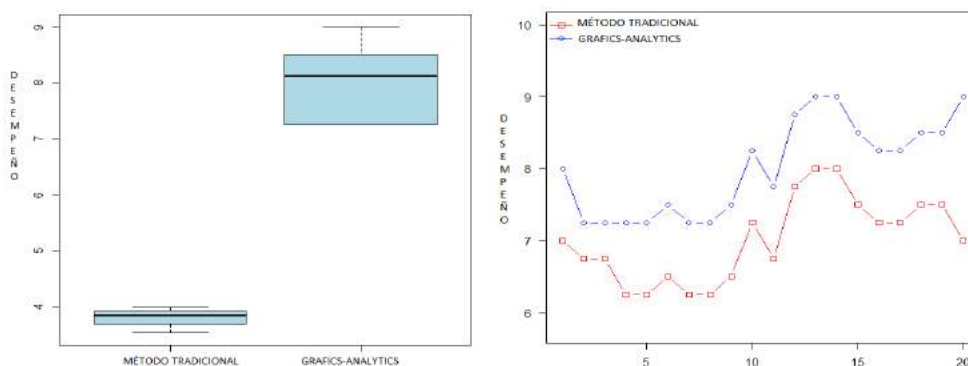


Figura 5 a) Boxplot comparativo de la distribución de desempeño  
b) Análisis comparativo del desempeño académico entre el GC y GE.

Una vez que esta etapa terminó, los estudiantes fueron encuestados (8 preguntas cerradas de “SI” o “NO”) para identificar el grado de satisfacción y percepción con la aplicación Graphics-Analytics. Tal encuesta se realizó de manera escrita sobre los siguientes aspectos: 1) facilidad de aprendizaje, 2) funcionalidad, 3) usabilidad, y 4) aceptabilidad. Para evitar cierta inclinación sobre los resultados de la encuesta, esta fue llevada de manera anónima. En la tabla 2, se presenta los resultados obtenidos.

Evaluación interna de la aplicación Graphics-Analytics	
Aspecto	Puntuación promedio sobre 10
Facilidad de uso	9
Facilidad de instalación	9
Funcionalidad de la app	9
Usabilidad	10
Calidad de gráficos	10
Calidad de resultados	9
Rapidez de ejecución	10
Presentación	9

Tabla 2. Parámetros de evaluación de Graphics-Analytics.

## Conclusiones

El uso de la app Graphics-Analytics permitió reforzar el aprendizaje del contenido de la asignatura de Estadística, que se imparte en las carreras de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería en Electrónica. Este proceso se llevó de manera didáctica en un entorno interactivo, tal como lo demuestran los resultados obtenidos mediante el análisis del desempeño académico realizado en esta asignatura con un nivel de confianza del 95%. Además, fue posible demostrar que los estudiantes desarrollaron sus habilidades y destrezas de aprendizaje basados en el enfoque constructivista de aprender haciendo (hands-on) a través de la aplicación móvil desarrollada y que se encuentra disponible en la web.

## Referencias

1. Batanero C, Godino J. Perspectivas de la educación estadística como área de investigación. *Líneas de investigación en Didáctica de las Matemáticas*. 2005;203-26.
2. Batanero C. ¿ Hacia dónde va la educación estadística. *Blaix*. 2000;15(2):13.
3. Begg A. Some emerging influences underpinning assessment in statistics. *The assessment challenge in statistics education*. 1997:17-26.
4. Chance B, Ben-Zvi D, Garfield J, Medina E. *The Role of Technology in Improving Student Learning of Statistics*. 2007.
5. Garfield J, Ben-Zvi D. How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International statistical review*. 2007;75(3):372-96.
6. Centeno AV, González-Tablas Sastre M, López Pérez M, Mateos García PM. Una experiencia de aprendizaje combinado en Estadística para estudiantes de Psicología usando la evaluación como herramienta de aprendizaje. *Teoría de la Educación Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 2016;17(1).

7. Trujillo JA, Ricardez AA, Canova FZ, Tello CM. Learning by Doing”: Predictive Models in the Teaching and Learning of Statistics (APRENDER HACIENDO”: MODELOS PREDICTIVOS EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE ESTADÍSTICA). *Social Science Learning Education Journal*. 2017;2(10).
8. Sánchez JG, Becerra J, García J, Contreras MdS. La dimensión afectiva y el rendimiento en estadística en estudiantes universitarios. 2010.
9. Telles FS, Romero MÁR, Garcés DE. Caracterización de la relación estilos de enseñanza-aprendizaje en la estadística, a propósito de un estudio en México/Characterization of the Relationship Styles of the Teaching-Learning in the Statistics, in Regards of a Study in Mexico. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 2018;8(15):799-816.
10. Wild CJ, Pfannkuch M. Statistical thinking in empirical enquiry. *International statistical review*. 1999;67(3):223-48.
11. Batanero C, Chernoff EJ, Engel J, Lee HS, Sánchez E. Research on teaching and learning probability. *Research on teaching and learning probability*: Springer; 2016. p. 1-33.
12. Dessau R, Pippner CB. “R”-project for statistical computing. *Ugeskrift for laeger*. 2008;170(5):328-30.
13. Tishkovskaya S, Lancaster GA, editors. Teaching strategies to promote statistical literacy: review and implementation. *Data and Context in Statistics Education: Towards an Evidence-Based Society Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics Voorburg, The Netherlands*: International Statistical Institute; 2010.
14. Tishkovskaya S, Lancaster GA. Statistical education in the 21st century: A review of challenges, teaching innovations and strategies for reform. *Journal of Statistics Education*. 2012;20(2).
15. Batanero C, Díaz C, Contreras JM, Roa R. El sentido estadístico y su desarrollo. *Números Revista de Didáctica de las Matemáticas*. 2013;83:7-18.
16. Lloyd SA, Robertson CL. Screencast tutorials enhance student learning of statistics. *Teaching of Psychology*. 2012;39(1):67-71.
17. Godino JD. ¿ Qué aportan los ordenadores a la enseñanza y aprendizaje de la estadística. *UNO*. 1995;5:45-56.
18. Petocz P, Reid A, editors. How students experience learning statistics and teaching. *Proceedings of The Sixth International Conference on Teaching Statistics, ICOTS6*; 2002.
19. Lane DM, Peres SC, editors. Interactive simulations in the teaching of statistics: Promise and pitfalls. *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*; 2006.
20. Jamie DM. Using computer simulation methods to teach statistics: A review of the literature. *Journal of Statistics Education*. 2002;10(1).
21. Lane DM, Tang Z. Effectiveness of simulation training on transfer of statistical concepts. *Journal of Educational Computing Research*. 2000;22(4):383-96.
22. Minnaard C, Pascal G, Torres Z, Frende F. Entorno Virtual de Aprendizaje en la Formación Estadística del Ingeniero: Nuevas experiencias pedagógicas en la Cátedra Probabilidad y Estadística de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*. 2017;4(7).
23. Kay RH, Lauricella S. Exploring the benefits and challenges of using laptop computers in higher education classrooms: A formative analysis. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*. 2011;37(1).
24. Hernández S. Usando software libre en la enseñanza de la estadística. 2016.
25. Blanco P, Camarero J, Fumero A, Warterski A, Rodríguez P. Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. *Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. *Dr en Ing Sist Telemáticos*. 2009:1-30.
26. Gironés JT. *El gran libro de Android*: Marcombo; 2012.
27. Gasca Mantilla MC, Camargo Ariza LL, Medina Delgado B. Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*. 2014;18(40).
28. Rahimian V, Ramsin R, editors. Designing an agile methodology for mobile software development: A hybrid method engineering approach. *Research Challenges in Information*

- Science, 2008 RCIS 2008 Second International Conference on; 2008: IEEE.
29. Balaguera YDA. Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. Revista de Tecnología. 2013;12(2):111-23.
  30. Bruner J. Realidad mental y mundos posibles: Gedisa Barcelona; 1988.
  31. Sidenbladh H, Black MJ. Learning the statistics of people in images and video. International Journal of Computer Vision. 2003;54(1-3):183-209.
  32. Android Studio. Available from: <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419>.
  33. Walpole RE, Myers RH, Myers SL, Ye K. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias: Pearson Educación; 2007.

# MODELAMIENTO BASADO EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA PREDICCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

(MODELLING BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE  
PREDICTION OF WATER RESOURCES IN AN  
HYDROELECTRIC PLANT)

Gabriel Esteban Asqui Santillán<sup>(1)</sup>, Diana Elizabeth Olmedo Vizueta<sup>(2)</sup>,  
Jorge Luis Hernández Ambato<sup>(2,\*)</sup>

(1) Transelectric, CELEC-EP, Baños, Ecuador, 180250

(2) Facultad de Informática y Electrónica, ESPOCH, Riobamba, Ecuador, 060105

\*Correspondencia: Tel.: (+593)999078797, E-mail: [jhernandez@espoch.edu.ec](mailto:jhernandez@espoch.edu.ec)

## RESUMEN

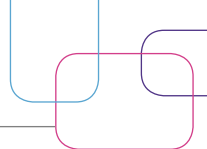
En el presente trabajo, se presenta la metodología utilizada para obtener predictores de caudal y nivel de embalse de agua en una represa usando redes neuronales artificiales (RNAs). El objetivo es predecir acertadamente los recursos hídricos en una planta hidroeléctrica para apoyar la planificación de producción de energía en el Ecuador. Se desarrollo una aplicación para el entrenamiento de las RNAs, predicción del caudal y modelamiento de la presa. Los predictores obtenidos fueron evaluados usando sus porcentajes de predicción exitosa extraídos de sus índices de error RMSE. El sistema fue probado en producción durante 22 días con umbrales de predicción de 8 horas. Los resultados de la predicción de caudal mostraron solo un 45.45% de casos exitosos debido al alto ruido de la señal. Sin embargo, la predicción del nivel de del embalse mejoró con un 86.36% de efectividad. Se concluye que el incremento del rendimiento se debe a que la señal del embalse describe un comportamiento altamente periódico y estacionario, respecto al caudal del afluente de ingreso a la presa.

**Palabras Clave:** *Predicción, RNAs, Hidroeléctrica, Embalse, Caudal, Inteligencia Artificial.*

## ABSTRACT

The methodology used to obtain predictors of the reservoir water level and streamflow in a dam using artificial neural networks (ANNs) is presented. The goal is to predict accurately the water resources in a hydroelectric plant to support energy production planning in Ecuador. An application was developed for training the ANNs, streamflow prediction, and modeling of the dam was implemented. Obtained predictors were tested using their successful prediction percentages extracted from their error RMSE indexes. The system was tested during 22 days with a prediction threshold of 8 hours. Results of the streamflow predictor shown only 45.45% of success cases due to the highly noisy signal. However, prediction of the reservoir water level became better with 86.36% of effectivity. It was concluded that the performance increment is because the reservoir signal is quite periodic and stationary, in reference to the streamflow entering the dam.

**Keywords:** *Prediction, ANNs, Hydroelectric, Reservoir, Streamflow, Artificial Intelligence.*

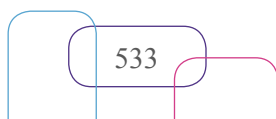


## 1. Introducción

Actualmente existe un gran interés mundial por disminuir los índices de contaminación ambiental en actividades de producción energética. En este sentido, en Estados Unidos y países de la Unión Europea, donde sus condiciones territoriales no favorecen la producción hidroeléctrica, desde hace casi dos décadas se han fomentado mediante incentivos e inversiones estatales la propagación de sistemas fotovoltaicos como fuentes de energía renovable. Por otro lado, la apertura a proyectos de producción energética han logrado también la instalación de turbinas eólicas en zonas cercanas a las costas marítimas, entre otras. Todos estos sistemas son concebidos como plantas de energía renovable, las mismas que forman redes de producción que abastecen o complementan las necesidades de sectores residenciales y comerciales (1). La finalidad última de dichos sistemas es contrarrestar las emisiones de gases de plantas termo-generadoras, y los residuos tóxicos de plantas nucleares. Sin embargo, en países latinoamericanos, donde los incentivos públicos a iniciativas privadas de generación de energía limpia son insuficientes o inexistentes, y debido a la geografía e hidrografía favorable en muchos países latinos, la producción eléctrica para el abastecimiento de sus poblados provienen en su mayoría de centrales hidroeléctricas y en parte de termogeneradoras (1).

No obstante lo anteriormente mencionado, las hidroeléctricas son las mayores y más potentes fuentes de producción de energía renovable en el mundo (1–3). De hecho, el *Renewables 2017 Global Status Report* indica que el porcentaje de producción energética renovable es del 24.5% en todo el mundo, de los cuales el 16.6% corresponde a aquella proveniente de las hidroeléctricas (1). Por otro lado, Ecuador alcanzó una producción hidroeléctrica del 90% de su total generado para el año 2017, lo cual representó un cambio radical en la matriz energética nacional respecto al 2006 cuando el porcentaje de producción hidroeléctrica fue únicamente del 43% (4). Este logro ha sido posible gracias a las grandes inversiones económicas en materia energética por parte del estado, lo cual ha sido replicado en otros países como China y Brasil, que junto a Ecuador son los tres primeros países que más invirtieron en su capacidad de generación eléctrica instalada hasta el 2016 (1). Sin embargo, otro aspecto que no ha sido tratado es la eficiencia de la gestión y planificación de los sistemas de generación eléctrica, principalmente en Ecuador.

De manera general, la producción energética en las hidroeléctricas debe ser planificada por razones de coordinación productiva de cada país (2). En particular, Ecuador cuenta con varias centrales hidroeléctricas articuladas a través de organismos estatales de control, los cuales realizan planificaciones de producción energética a largo plazo (meses y años). Sin embargo, en dichas centrales también se realiza una planificación de producción a corto plazo (horas y días), la cual debe ser ajustada cada día en base a la predicción de recursos hídricos (caudal y embalse) en la planta. Esta planificación se basa en datos recolectados de sensores de caudal implantados en las cuencas de los ríos afluentes y sensores de nivel





colocados en las estructuras para el embalse de agua. Desafortunadamente, en algunos casos específicos, un factor incontrolado en estas planificaciones es el nivel de experiencia del operador que define empíricamente las cuotas de producción diarias. Debido a esto, la producción de energía no siempre es la más óptima, provocando en ocasiones el desperdicio de agua del embalse por planificar bajas cotas de producción respecto a los recursos disponibles y que fueron incorrectamente estimados. Contrariamente a esto, puede ser necesario bajar súbitamente la producción debido a una sobre estimación de la cota de producción, resultando en un nivel de embalse inadecuado.

Una primera solución a esta problemática es predecir adecuadamente el nivel de agua del embalse para así poder plantear una planificación óptima. De hecho, varios autores han tratado de enfocar esta solución a través del uso de redes neuronales artificiales (RNAs) y series temporales a partir de las mediciones de los caudales de entrada y salida del embalse de agua (5–7). De esta manera, este tipo soluciones y casos de estudio reportados en literatura presuponen saber la dinámica de los ríos afluentes y las condiciones climáticas de cada zona (8). Sin embargo, un factor importante que no es considerado es la propia dinámica de la planta hidroeléctrica y las cotas de producción deseadas.

Por otro lado, los esfuerzos por obtener modelos que expliquen y predigan el comportamiento del caudal de un río en el Ecuador han sido pocos. Uno de estos casos es el reportado en (9) donde, utilizando técnicas de minado de datos, juntamente con filtros de Kalman, logró predecir el comportamiento de la cuenca del río Paute con cierto grado de error. Además, en (10) se presenta el modelamiento del comportamiento de una cuenca hidrográfica usando RNAs para encontrar una relación entre sus entradas y salidas hídricas. En dicho estudio, se realizó una comparación entre distintos algoritmos de entrenamiento, como Back-Propagation, OWO-HWO y Algoritmos Genéticos, demostrando que el algoritmo Back-Propagation tuvo mejores resultados. De manera similar, un trabajo basado en datos de caudales de la central hidroeléctrica Agoyán, conjuntamente con la aplicación de las técnicas del razonamiento inductivo fuzzy y algoritmos evolutivos, permitió el mejoramiento de la predicción de caudal del río Pastaza en comparación a los métodos estadísticos como el ARIMA (11).

Debido a todo lo mencionado, el presente artículo presenta una metodología utilizada para el modelamiento del comportamiento dinámico de una central hidroeléctrica usando RNAs. El objetivo final es predecir el nivel de agua del embalse como principal recurso hídrico para la generación eléctrica a partir de la predicción de caudal de entrada a la presa y la cota de energía deseada en producción. Lo que resta del presente artículo está organizado como sigue. En la sección 2 se presenta el desarrollo metodológico aplicado para la obtención de los modelos de predicción de caudal y embalse, así como también se presenta los detalles de la implementación computacional del sistema de predicción. Finalmente, en la sección 3 se muestran los principales resultados obtenidos juntamente con una discusión de los mismos.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Metodología para la Predicción

Para obtener una predicción de nivel de agua del embalse se debe tomar en cuenta el caudal de agua que ingresará en un umbral de tiempo futuro. Además, para predecir el comportamiento de la central hidroeléctrica a una determinada cota de producción energética es necesario conocer el modelo de dicha planta y la potencia activa deseada a producir. La Fig. 1 presenta una visión global del sistema que se propone, donde el caudal histórico ingresa a la RNA del bloque llamado *Predictor*, que da como salida la predicción del *Caudal Futuro* considerando un umbral predefinido. Luego, el caudal futuro ingresa a la RNA del bloque llamado *Modelo Presa* y junto con datos del *Histórico de Nivel de Embalse* y la *Potencia Activa a Producir* da como resultado el *Nivel Futuro* del embalse de agua a una determinada cota de producción en un periodo de tiempo deseado.

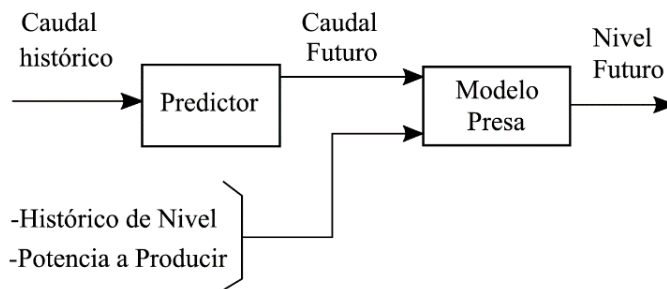


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema de predicción del nivel futuro de embalse de agua a una determinada cota de producción energética para una central hidroeléctrica.

### 2.2 Tratamiento de Datos

Los datos utilizados para este estudio fueron los históricos recopilados en la central hidroeléctrica Agoyán, relacionados al nivel de agua del embalse, caudal de llenado del embalse y potencia activa, constituyendo un universo de ~100.000 datos por variable. Después de un tratamiento preliminar, llevado a cabo de forma selectiva, no determinística y manual para la eliminación de datos inconsistentes, se obtuvo una base de ~94.000 registros. Un ejemplo de históricos de caudal del río Pastaza correspondiente al año 2007 es el mostrado en la Fig. 2a. Como se puede observar, existen momentos durante el año donde el río presenta altos índices de caudal. De hecho, CELEC (Corporación Eléctrica del Ecuador) ha caracterizado 3 temporadas climáticas en el río Pastaza como lo muestra la Fig. 2b. Estas temporadas climáticas son: Invernal Fuerte, Invernal Ligero, y Verano. Dado que estas temporadas tienden a ser recurrentes es posible obtener una muestra no probabilística de ~35000 datos por variable, correspondientes a cuatro diferentes años con temporadas climáticas muy marcadas y distintas.

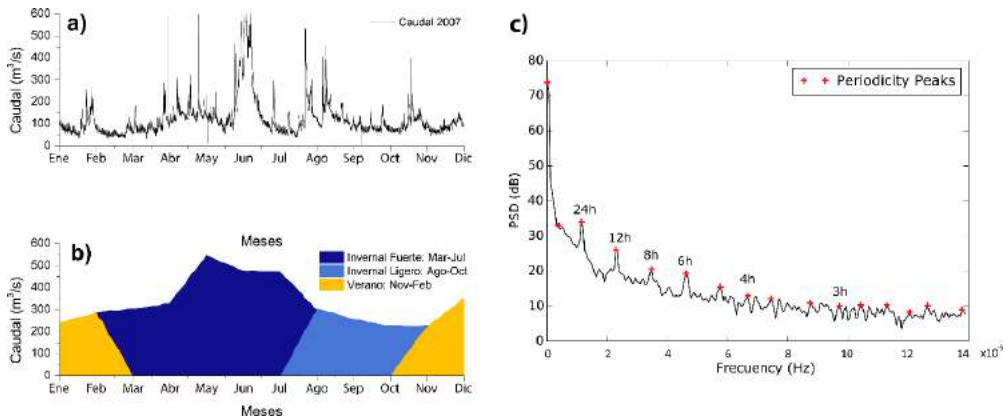


Fig. 2. a) Datos históricos del caudal del río Pastaza sucedidos para el año 2007. b) Temporadas climáticas caracterizadas para el caudal anual del río Pastaza según CELEC-EP.

Debido a que los datos de caudal corresponden a una serie temporal (ST) no estacionaria, es necesario aproximar su comportamiento a una serie temporal estacionaria (STE). En este sentido, se optó por retirar las componentes de tendencia aplicando una transformación preliminar de los datos a través de funciones logarítmicas (12). De esta forma se penaliza las magnitudes grandes y se favorecen a las pequeñas, logrando acentuar los picos de periodicidad de la señal a través del análisis de la densidad espectral de potencia (PSD) como se observa en la Fig. 2c.

Es importante mencionar que la función de transformación debe permitir el retorno a los datos originales sin pérdidas significativas de información (13). El objetivo de obtener la PSD de las señales de caudal, nivel de embalse y potencia activa es determinar de forma aproximada la configuración de las redes neuronales involucradas en el sistema de predicción como se describe en la siguiente subsección.

### 2.3 Predictor de Caudal usando RNAs

#### 2.3.1 Métodos de Predicción en Múltiples Pasos

Dado que el evento de predicción de un solo dato futuro no es práctico, la predicción en múltiples pasos de tiempo representa una estrategia útil para estimar el comportamiento de una ST dentro de un umbral de predicción específico (14). Esto se puede lograr utilizando los esquemas de la Fig. 3. Por un lado, en la Fig. 3a se presenta un esquema de predictor donde cada salida es predicha utilizando un conjunto compuesto por datos reales y predichos. Luego, el dato predicho es realimentado a la entrada en cada interacción para conseguir múltiples predicciones hasta que un umbral de predicción  $u$  sea alcanzado (14). Este método es denominado *Predicción en Lazo Cerrado* (CLP). Por otro lado, el esquema de la Fig. 3b utiliza un conjunto de datos de entrada de longitud igual al del umbral de

predicción  $u$  y desplazado hacia atrás  $u$  veces. En cada interacción, el predictor predice el siguiente dato en la serie y la ventana del conjunto de datos se desplaza un paso hacia delante hasta alcanzar el umbral de predicción (14). Este método es denominado *Predicción en Lazo Abierto* (OLP).

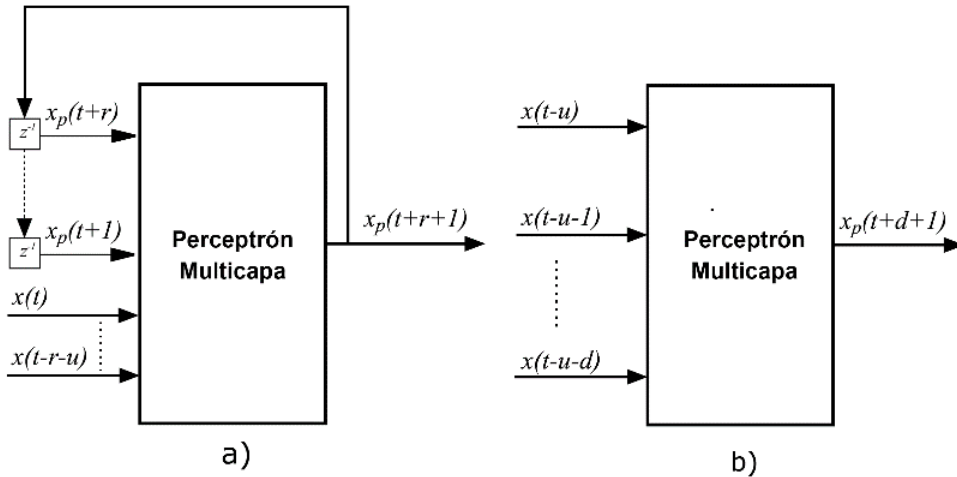


Fig. 3. Esquemas de predicción de caudal en múltiples pasos de tiempo utilizando los métodos a) Closed-Loop Prediction (CLP) y b) Opened-Loop Prediction (OLP).

### 2.3.2 Diseño del Predictor de Caudal

Como se mencionó anteriormente, un análisis de la PSD de las señales de caudal permite establecer un criterio de configuración de las RNAs, la misma que puede estar relacionada con la periodicidad de la señal (15)DL, of around 6.6 and a predictability between 8 and 13 hours ahead. Furthermore, once the attractor has been reconstructed it is possible to make predictions by mapping local-neighbourhood to local-neighbourhood in the reconstructed phase space. To compare the prediction results with another nonlinear method, two nonlinear autoregressive models (NAR. En este estudio se utilizaron RNAs con una capa de entrada y 2 capas ocultas. Se estableció como criterio de diseño que el número de neuronas en la capa de entrada y segunda capa oculta debían ser igual entre sí, y no debían superar el número de picos de la PSD (ver Fig. 2b. Esto permite realizar varias combinaciones en la asignación del número de neuronas de las distintas capas hasta obtener el menor error de validación durante la fase de entrenamiento de la RNA. La Tabla 1 muestra algunos ejemplos de entrenamiento de RNAs con diferentes configuraciones en el número de neuronas para la temporada invernal fuerte. El algoritmo de entrenamiento utilizado fue el denominado Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) por su característica de rápida convergencia a pesar del consumo excesivo de recursos de memoria del computador (16,17). De hecho, para cada configuración de RNA se realizaron solamente 100 épocas de entrenamiento para determinar preliminarmente la tendencia del error predic-

ción durante la fase de validación. El error se define en función del porcentaje de aciertos en la predicción, los cuales se miden en función de los caudales predichos que presentan un Root Mean Square Error (RMSE) menor o igual a  $\pm 8 \text{ m}^3/\text{s}$  del valor real. Las RNAs con menores errores de validación fueron escogidas para un entrenamiento más riguroso con mayor número de épocas. En el ejemplo mostrado en la Tabla 1, la mejor RNA correspondería a la configuración No. 6.

N° Configuración	Numero de Neuronas por Capa			Error de Entrenamiento	Error de Validación	Épocas de Entrenamiento
	Entrada	Primera*	Segunda*			
1	2	6	2	9.92	44.22	100
2	3	6	3	7.73	27.16	100
3	3	88	3	15.39	32.76	100
4	6	88	6	7.87	28.51	100
5	6	102	6	13.75	28.46	100
6	16	102	16	13.94	23.94	100

\* Capas Ocultas

Tabla 1: Ejemplos de entrenamiento de RNAs con dos capas ocultas y diferentes configuraciones de neuronas para la temporada invernal fuerte.

Es importante mencionar que el entrenamiento del predictor del caudal en múltiples pasos fue realizado considerando las varias temporadas climáticas y los diferentes métodos de predicción en múltiples pasos mostrados anteriormente en las Figs. 2b y 3, respectivamente. De esta manera, se obtuvo un total de 6 predictores, uno por cada combinación específica de: temporada y método de predicción. Una ventaja de los predictores obtenidos con el método CLP es que el umbral puede ser ajustado al momento de realizar la predicción a múltiples pasos debido a que no está ligado a la fase de entrenamiento, a diferencia del método OLP que exige entrenar predictores específicos para cada umbral requerido.

## 2.4 Predictor de Embalse de Agua usando RNAs

### 2.4.1 Modelamiento de la Central Hidroeléctrica

La identificación de sistemas dinámicos a partir de modelos matemáticos es fundamental en las áreas de control. Generalmente, dichos modelos son construidos a partir del análisis de los datos de entrada y salida observados en un sistema usando técnicas estadísticas (12). Por otro lado, las RNA también pueden ser utilizadas para tareas de modelado de sistemas presentando mejores resultados debido a que los modelos obtenidos son más tolerables al ruido que los modelos construidos con polinomios (14).

La Fig. 4a muestra el diagrama de entrenamiento de una RNA para que aprenda el comportamiento de la planta hidroeléctrica. Las entradas discretas  $X(k)$  del sistema PRESA son escogidas de los datos históricos del caudal y la potencia

activa producida, mientras que el histórico del nivel de embalse es la salida discreta real  $Y(k+1)$ . Por otro lado, las tres señales antes mencionadas se convierten en las entradas de la RNA durante la etapa de entrenamiento. La salida de nivel de embalse predicha por la RNA  $Yp(k+1)$  es comparada con la salida real de nivel  $Y(k+1)$  y se obtiene un error de modelado  $e(k)$ . Este error es usado para ajustar los pesos y umbrales de la RNA mediante la ejecución de un algoritmo de entrenamiento. El algoritmo utilizado fue el denominado Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) (16) por su característica de rápida convergencia a pesar del consumo excesivo de recursos de memoria del computador durante el entrenamiento. El algoritmo BFGS se encuentra implementado en las librerías Open-Source de NeuroLab©.

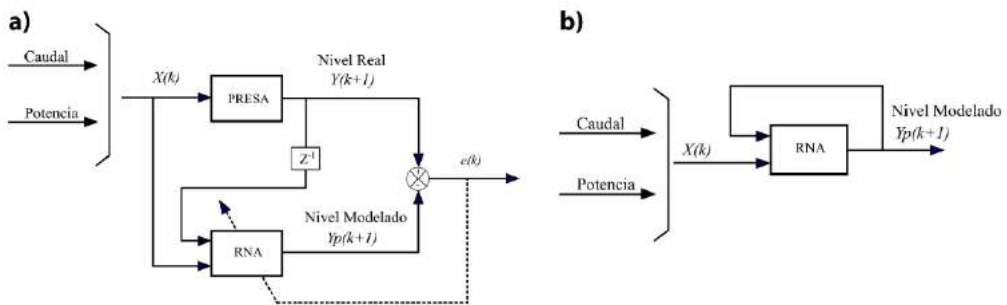


Fig. 4. a) Diagrama de entrenamiento de una RNA para modelar el comportamiento del sistema PRESA. b) Diagrama de predicción del comportamiento del sistema PRESA usando una RNA entrenada.

#### 2.4.2 Predicción del Embalse de Agua

Una vez que la RNA ha sido entrenada, esta puede ser utilizada para simular el comportamiento del sistema PRESA real, y consecuentemente poder predecir el nivel futuro del embalse de agua a un caudal determinado y potencia activa deseada. Para esto, se debe realimentar la propia salida de nivel predicha  $Yp(k+1)$  por la RNA debido a que en entrenamiento se utilizaba los datos reales  $Y(k+1)$  y que no estarán disponibles durante la predicción en tiempo real (18). El diagrama del modelo de simulación del comportamiento del sistema PRESA, usando la RNA entrenada, es presentado en la Fig. 4b.

Debido a que el caudal que se utilizará para la predicción del nivel de embalse de agua es el caudal predicho, se entrenan tres modelos correspondientes a las distintas temporadas climáticas descritas en la Fig. 2b. De esta forma, los resultados obtenidos permiten comprobar la exactitud del modelo de la presa, cuando es asociado con el predictor de caudal. El porcentaje de aciertos por parte del modelo de la presa se determina en función del valor RMSE de los niveles de embalse predichos por la RNA. Se considera como un acierto por parte del modelo cuando el RMSE es menor a 0.5 m respecto a los valores reales.

## 2.5 Herramientas de Desarrollo

Como primer paso, se implementó una base de datos (BDD) con los datos históricos de nivel de embalse, caudal y potencia activa usando el motor PostgreSQL<sup>®</sup>. El desarrollo del sistema de predicción propuesto fue llevado a cabo sobre la plataforma Python<sup>®</sup> 2.7. Los programas predictores y de modelado se conectan con la BDD para la recuperación de los históricos y el almacenamiento de los datos predichos. De esta manera, se implementaron seis módulos dedicados a la comunicación con la BDD, entrenamiento de los predictores de caudal, entrenamiento de los modelos de la presa, control de usuarios, entre otros. El desarrollo de los programas de entrenamiento de los predictores de caudal y modelos del comportamiento de la central hidroeléctrica fue realizado siguiendo el diagrama de flujo mostrado en la Fig. 5, donde  $eVa$  es el error de validación actual,  $eVp$  es el error de validación anterior,  $Epoch$  es el número de épocas de entrenamiento transcurridas y  $n$  es número de épocas totales a entrenar una determinada RNA.

## 3. Resultados y Discusión

Una vez concluidas las etapas de diseño e implementación de los predictores de caudal y embalse de agua de la central hidroeléctrica, se realizaron pruebas exitosas de verificación del funcionamiento del sistema para umbrales de predicción de 8 horas. Las mejores configuraciones de modelos de predicción de embalse de agua y predictores de caudal fueron enviadas a la planta de producción de la central hidroeléctrica. Se recolectaron datos del funcionamiento del sistema durante 22 días. Es importante mencionar que solo los predictores obtenidos para las temporadas “Invernal Ligera” y “Verano” fueron probados simultáneamente debido a que las pruebas se realizaron durante un periodo de transición climática reflejado en el caudal de entrada a la presa.



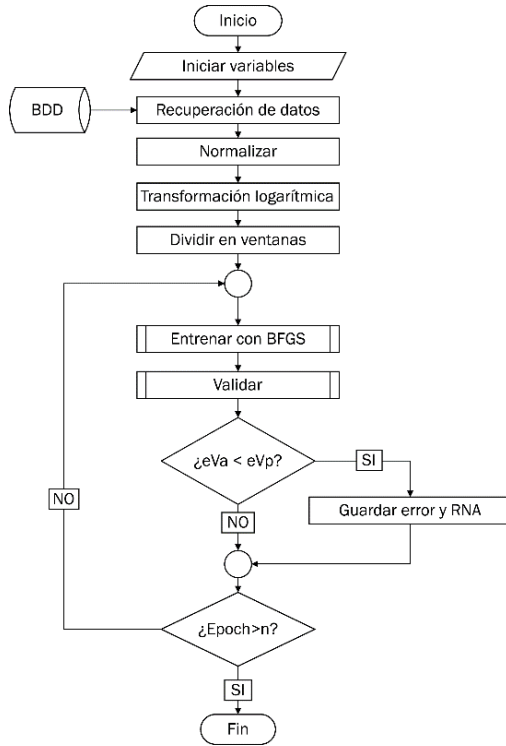


Fig. 5. Diagrama de flujo del programa de entrenamiento de los predictores de caudal y modelos del comportamiento de la central hidroeléctrica.

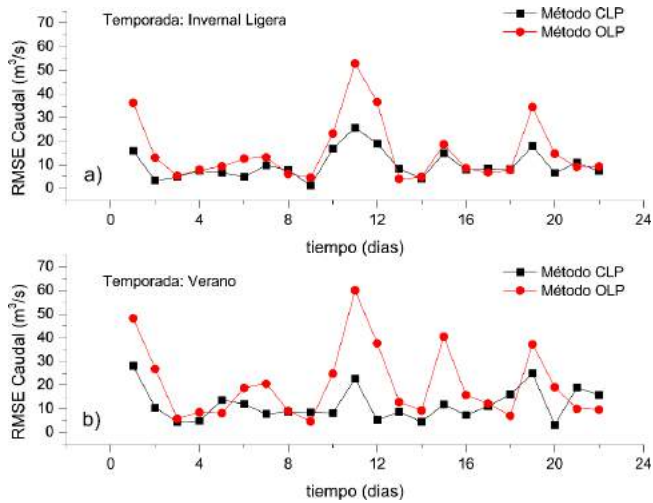


Fig. 6. Resultados RMSE de predicción de caudal con umbrales de 8 horas obtenidos durante 22 días de pruebas para las temporadas: a) Invernal Ligera y b) Verano.

Los resultados en términos de errores RMSE para la predicción de caudal para las temporadas “Invernal Ligera” y “Verano” son presentados en las Figs. 6a y 6b, respectivamente. A primera vista, se aprecia que las predicciones obtenidas con el método CLP presenta menores errores respecto a aquellas obtenidas con el método OLP en ambas temporadas. Un resumen de los resultados de la Fig. 6, junto con los porcentajes de aciertos para cada método y temporada, son presentados en la Tabla 2.

Temporada	Método Predictor Caudal	Umbral [h]	Min. RMSE [m <sup>3</sup> /s]	Max. RMSE [m <sup>3</sup> /s]	Media RMSE (SD) [m <sup>3</sup> /s]	% Aciertos
Invernal Ligera	CLP	8	3.25	28.07	11.68 (6.91)	31.82
	OLP	8	4.68	60.01	20.34 (15.34)	13.64
Verano	CLP	8	1.29	25.78	9.97 (6.02)	45.45
	OLP	8	4.02	52.82	15.45 (13.14)	36.36
CLP: Close-Loop Prediction						
OLP: Open-Loop Prediction						

Tabla 2: Resumen de los índices RMSE y porcentajes de acierto del predictor de caudal para diferentes temporadas climáticas.

Es importante resaltar en la Tabla 2 que el índice RMSE decrece en tanto que el porcentaje de aciertos aumenta para cada uno de los métodos de entrenamiento y en las diferentes temporadas climáticas. De hecho, es posible observar que los mejores resultados fueron obtenidos con los modelos de la temporada “Verano,” y en particular el modelo entrenado con el método CLP. De hecho, este modelo de predictor presentó los mejores resultados con un margen de aciertos del 45.45% y una media RMSE de 9.97 (SD=6.02) m<sup>3</sup>/s en comparación con el 36.36% de aciertos y una media RMSE de 15.45 (SD=13.14) m<sup>3</sup>/s del modelo obtenido con el método OLP para la misma temporada. Otro factor que resalta es que los predictores de caudal entrenados con el método CLP tienen una menor SD respecto a los obtenidos con el método OLP para ambas temporadas climáticas.

En otro ámbito, los resultados obtenidos en la predicción de nivel del embalse en términos de error RMSE, para las temporadas “Invernal Ligera” y “Verano” se presentan en las Figs. 7a y 7b, respectivamente. Es importante recordar que los modelos PRESA reciben los datos obtenidos de los predictores de caudal discutidos anteriormente. Debido a esto, para conveniencia del estudio se limitó dicha interacción a los predictores de caudal y los modelos PRESA entrenados para las mismas temporadas climáticas.

A primera vista, la Fig. 7 indica que los resultados obtenidos de los modelos PRESA, cuando son conectados con los predictores entrenados con el método CLP, presentan menores índices de error RMSE de nivel de embalse para ambas temporadas climáticas. En particular, un resumen de estos resultados, incluyendo el porcentaje de aciertos en la predicción del nivel de embalse, es presentado en la Tabla 3. El menor valor de media RMSE para la predicción del nivel durante

los 22 días de pruebas fue registrado por el modelo de la temporada “Invernal Ligera” con 0.254 m y una SD=0.251. Sin embargo, el mayor porcentaje de aciertos fue alcanzando por el modelo PRESA de la temporada “Verano” con un valor de 86.36%. Debido a esto, este modelo presentó un mejor desempeño, aunque con un ligero incremento del valor medio de errores.

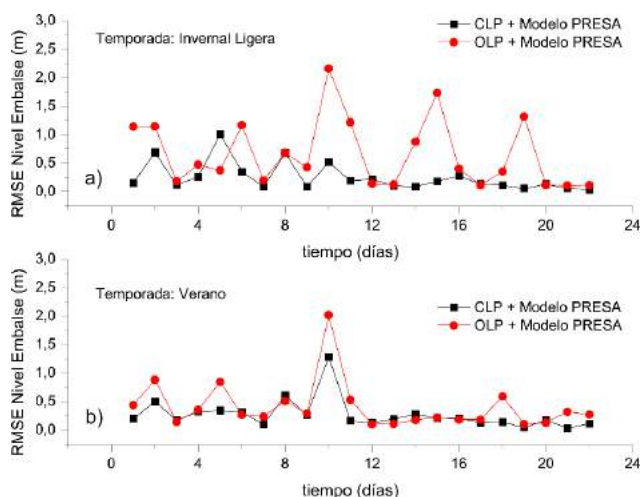


Fig. 7. Resultados RMSE de predicción de nivel de embalse con umbrales de 8 horas obtenidos durante 22 días de pruebas para las temporadas: a) Invernal Ligera y b) Verano.

Temporada	Método Predictor Embalse	Umbral [h]	Min. RMSE [m]	Max. RMSE [m]	Media RMSE (SD) [m]	% Aciertos
Invernal Ligera	CLP + PRESA	8	0.04	1.01	0.254 (0.251)	81.82
	OLP + PRESA	8	0.11	2.17	0.665 (0.596)	59.09
Verano	CLP + PRESA	8	0.04	1.29	0.273 (0.264)	86.36
	OLP + PRESA	8	0.11	2.02	0.411 (0.424)	72.73
CLP: Close-Loop Prediction						
OLP: Open-Loop Prediction						

Tabla 3: Resumen de los índices RMSE y porcentaje de acierto del predictor de nivel de embalse de agua para diferentes temporadas climáticas.

Es importante observar como los porcentajes de aciertos aumentaron considerablemente en el predictor de nivel de embalse de agua, y en particular para los predictores de la temporada “Verano”. La razón de este resultado puede deberse parcialmente a cualquiera de las siguientes tres acotaciones. La primera es que la autocorrección de los errores de salida que presentan los sistemas retroalimentados, ya que la proceso de predicción tanto del predictor de caudal como del predictor de embalse de agua son realizados en esquemas de lazo cerrado. Por otro lado, relacionando los resultados de la predicción de caudal se aprecia que los datos de entrada obtenidos durante los 22 días de prueba obedecen en mejor

manera a la temporada “Verano”. Y finalmente, es importante reconocer que el rol fundamental del embalse de agua en una central hidroeléctrica es lograr minimizar las perturbaciones naturales que caracterizan los caudales de entrada, actuando como filtros de ruido introducido en la señal del caudal.

#### 4. Conclusiones

Se presentó la metodología utilizada para el desarrollo de predictores del nivel de embalse de agua y el caudal de llenado para una central hidroeléctrica usando Redes Neuronales Artificiales (RNAs). Los datos históricos de caudal, embalse y potencia activa de 10 años atrás fueron empleados para el diseño y entrenamiento de las RNAs. Además, el tratamiento de las señales fue primordial para tales procesos. Para la predicción de caudal, los modelos Closed-Loop Prediction (CLP) y Opened-Loop Prediction (OLP) fueron utilizados con umbrales de 8 horas considerando diferentes temporadas climáticas. El modelo de predicción de caudal obtenido con el método CLP entregó los mejores resultados durante 22 días de experimentación con un 45.45% de aciertos para la temporada climática verano y un error medio RMSE de  $9.97 \text{ m}^3/\text{s}$  en las predicciones. Por otro lado, el modelado de predicción de embalse de agua del sistema PRESA fue entrenado usando un esquema de retroalimentación y con el mismo umbral. Los resultados determinaron que la combinación, formada por del modelo PRESA de la temporada “Verano” y el predictor de caudal de la misma temporada, presentó un acierto del 86.36%, con un error medio RMSE de  $0.273 \text{ m}$  en las predicciones. Debido a esto, el sistema de predicción reportado se plantea como una herramienta útil en la planificación de producción hidroeléctrica en Ecuador.

#### Agradecimiento

Se desea presentar un profundo agradecimiento a la empresa pública CELEC-EP HidroAgoyán, y el particular al Ing. Santiago Cunalata, por la facilidad y apoyo prestado para la implementación y ejecución de presente trabajo.

#### Referencias

1. REN21. Renewables 2017: Global Status Report [Internet]. Renewables 2017 Global Status Report. Paris; 2017. Available from: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf)<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.049><http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>
2. Silva AJC, Mariano SJPS, Calado MRA. Optimal Hydro - Wind Power Generation for Day - Ahead Pool Market. IEEE Lat Am Trans. 2015;13(8):2630–6.
3. Hudson Inacio Ferreira J, Roberto Camacho J, Almansa Malagoli J. A Contribution to the Study of the Estimate Hydroelectric Potential for Small Hydropower Plant. IEEE Lat Am Trans. 2016;14(7):3215–24.
4. MEER-Ecuador. Rendición de cuentas 2016 [Internet]. 2017. Available from: [http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/06/Informe\\_Rendición-de-Cuentas-2016.pdf](http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/06/Informe_Rendición-de-Cuentas-2016.pdf)

5. ABDULKADIR TS, SALAMI AW, ANWAR AR, KAREEM AG. MODELLING OF HYDROPOWER RESERVOIR VARIABLES FOR ENERGY GENERATION: NEURAL NETWORK APPROACH. *Ethiop J Environ Stud Manag.* 2013;6(3):310–6.
6. Rani S, Parekh F. Predicting Reservoir Water Level Using Artificial Neural Network. *Int J Innov Res Sci Eng Technol.* 2014;3(7):14489–96.
7. Igboanugo AC, Nwobi-Okoye C. PREDICTING WATER LEVELS AT KAINJI DAM USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS. *Niger J Technol - NIJOTECH.* 2013;32(1):129–36.
8. Rojo J, Carvajal L, Velásquez JD. Streamflow Prediction using a Forecast Combining System. *IEEE Lat Am Trans.* 2015;13(4):1035–40.
9. Quichimbo A, Vázquez RF. Predicción de Caudales en la Cabecera de la Cuenca del Paute mediante el modelo DBM. In: *Congreso de Ingeniería Civil MASKANA.* 2014. p. 125–34.
10. Veintimilla R., Cisneros E F. Redes Neuronales Artificiales (RNA) Aplicadas en la Predicción de Caudales para Intervalos de Tiempo Horarios. *Rev Tecnológica ESPOL.* 2014;27(2):37–49.
11. Anchaluisa F, Hinojosa V. Pronóstico de Caudales de Mediano y Corto Plazo Utilizando Razonamiento Inductivo Fuzzy y Algoritmos Evolutivos-Aplicación para las Centrales de Embalse y Centrales de Pasada. *Rev Técnica Energ.* 2008;147–54.
12. Garrido S. Identificación, Estimación y Control de Sistemas No-lineales mediante RGO. *Control.* 1999;
13. Brockwell PJ, Davis RA. *Introduction to Time Series and Forecasting.* 2nd ed. New York: Springer; 2002. 449 p.
14. Isasi Viñuela P, Galván León IM. *Redes de Neuronas Artificiales: Un Enfoque Práctico.* Pearson Educación; 2004. 229 p.
15. Zaldivar J, Gutiérrez E, Galván I. Forecasting High Waters at Venice Lagoon Using Chaotic Time Series Analysis and Nonlinear Neural Networks. *J Hydroinformatics.* 2000;2(2000):61–84.
16. Hernández G. *Métodos Clásicos de Optimización para Problemas No-Lineales sin Restricciones.* UChile - Departamento de Ingeniería Matemática; 2006. p. 1–14.
17. Ghosh A, Mriganka C. Hybrid Optimized Back propagation Learning Algorithm For Multi-layer Perceptron. *Int J Comput Appl.* 2012;57(December):1–6.
18. Arain M, Ayala H, Ansari M. Nonlinear System Identification Using Neural Network. In: *International Multi-TopIc Conference IMTIC2012.* 2012. p. 122–31.

# NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE ESPACIAL EN ESTACIONES BASE DE TELEFONÍA MÓVIL. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD DE RIOBAMBA

(LEVELS OF SPATIAL NON-IONIZING RADIATION FROM MOBILE BASE STATIONS. CASE STUDY: CITY OF RIOBAMBA)

P.S. Infante-Moreira<sup>\* (1)</sup>, L.A. Tumalli-Naranjo<sup>(1)</sup>, T.F. Flores-Pulgar<sup>(2)</sup>, F. Gilart<sup>(3)</sup>

(1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
Facultad de Informática y Electrónica. EC060151

(2) Instituto Superior Pedagógico Bilingüe Intercultural Jaime Roldós Aguilera. EC060401

(3) Universidad de Oriente. Centro Nacional de Electromagnetismo.

\*Correspondencia. Tel.: 0984494882,

E-mail: pedro.infante@esPOCH.edu.ec (P.S. Infante-Moreira)

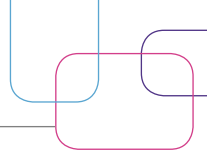
## RESUMEN

El cuerpo humano se encuentra sometido a diversas fuentes de radiación electromagnética; y, determinar si estas afectan a su composición física es una tarea que forma parte del Proyecto SIV-30 que se desarrolla actualmente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En trabajos anteriores se había revisado la teoría necesaria para determinar como las radiaciones generadas por el ser humano le afectan a si mismo. Este trabajo presenta el proceso que se siguió para medir los niveles de radiación no-ionizantes en 10 lugares de la ciudad donde se encuentran posicionadas estaciones base de telefonía móvil, para lo cual, se siguió un proceso de medición a través del equipo NARDA SRM-3000 y se lo proyectó sobre 18 puntos establecidos sobre los modelos humanos virtuales usando el programa Virtual Family V3.0, así se determinaron los valores máximo y promedio de intensidad de campo eléctrico. Cuando se comparen los valores medidos en los 10 escenarios con los establecidos por la International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection estos podrían determinar si los niveles de radiación no-ionizante estan bajo los limites permitidos por esta comisión en la ciudad de Riobamba.

**Palabras claves:** *Modelos humanos, escenarios, ICNIRP, Telecomunicaciones, Electromagnetismo.*

## ABSTRACT

The human body is exposed to different sources of electromagnetic radiation; and, determining if these kinds of radiations affect its physical composition is a task from SIV-30 Project currently developed in the Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. In previous works, we had reviewed the state of art to determine how the radiation generated by the humans affects itself. This work presents the process to measure the levels of non-ionizing radiation in 10 places in the city where mobile base stations are positioned, for which, NARDA SRM-3000 was used to the measurement process and we projected on 18 established points in models of virtual humans using Virtual Family V3.0, so, we determined the maximum and average values of electric field



strength. When we compare the values measured in the 10 scenarios with those established by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, these could determine if the levels of non-ionizing radiation in the city of Riobamba are below the limits allowed by this commission.

**Key-words:** *Human-models, scenarios, ICNIRP, Telecommunications, Electromagnetism.*

## 1. Introducción

En la actualidad, los servicios de comunicación inalámbricos se han desarrollado tanto que, han provocando un incremento de las estaciones base transmisoras de servicios de telefonía celular en las ciudades; siendo esto el factor principal para la contaminación del medio ambiente por radiación.

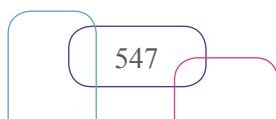
En este trabajo revisaremos las Radiaciones No-Ionizantes (RNI) producidas por los sistemas de telefonía móvil a través de sus antenas transmisoras, para lo cual, se tomarán en cuenta las distintas condiciones ambientales presentes en la ciudad de Riobamba, como son: la presión, la humedad, la temperatura y el clima proyectados de forma espacial sobre una persona. El equipo NARDA SRM-3000 nos permite realizar mediciones de radiación de Campo Electromagnético (EMF) producida por las antenas, analizando una extensa banda de frecuencias que cubren todos los servicios de telecomunicaciones, además permite obtener el nivel de radiación del análisis espacial según el modelamiento de Virtual Family v3.0.

Con los valores medidos de Campo Eléctrico (EF) máximo y promedio en diez escenarios diferentes y cercanos a las antenas de la ciudad, en trabajos futuros, se procederá a determinar mediante simulaciones la Tasa de Absorción Específica (SAR) que se produce en el cuerpo humano por causa de las RNI para ellos usaremos Sim4Life y desarrollaremos un modelo computacional utilizando la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) de MATLAB que facilite el cálculo para los distintos valores de intensidad de campo electromagnético.

Una revisión completa sobre la teoría utilizada para este trabajo de investigación lo encontramos en (1), para este trabajo solo citaremos lo estrictamente necesario para desarrollar el caso de estudio que es la medición de la RNI (en este caso, la Intensidad de Campo Eléctrico) en las estaciones base de telefonía móvil de la ciudad de Riobamba.

### 1.1 Radiación No-Ionizante (RNI)

La RNI es la energía transmitida por un conjunto de ondas cuya longitud posee un tamaño tal que no podría alterar la materia. Esta radiación se determina según la frecuencia, por lo que se conceptualiza que las RNI están comprendidas en un rango por debajo de la luz visible (frecuencias infrarrojo, microondas y radio





frecuencias), así se puede indicar que están dentro de las RNI los servicios de comunicación inalámbrica (2). Existen dos zonas de RNI denominadas campo cercano y campo lejano, estas dependen de la frecuencia a la que se transmitirá el servicio, por lo tanto, involucra del diseño que tenga la antena (3-5).

Los efectos térmicos son usados para fijar los valores de exposición máxima permitida para las RNI en distintas frecuencias, es decir, la absorción promedio de EMF por el cuerpo humano no representará un incremento nocivo de la temperatura (alrededor 0.1 °C) (6). La International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ha establecido los límites de exposición RNI de acuerdo a la distancia que se encuentra un observador de la estación de Radio Frecuencia (RF) y a su profesión, definiendo así zonas poblacionales, ocupacionales y la de rebasamiento (7).

### 1.2 Servicios de Telecomunicaciones en el Ecuador

Los servicios de telecomunicaciones son establecidos por la ley especial reformada del Ecuador, estipulando así las normas de operación, instalación y utilización de los mismos. La ley actual indica que todos los servicios de correspondencia pública se dividirán en servicios finales y portadores. (8,9). Para el estudio de los distintos tipos de servicios de telecomunicaciones como la radio, televisión y la telefonía móvil se debe analizar el espectro de frecuencias comprendido entre los 76 MHz y los 2.6 GHz. (10-12). La telefonía móvil es un servicio final de telecomunicaciones porque permite la comunicación de los usuarios mientras se desplazan, maneja servicios tales como: llamada en espera, transferencia de datos, etc., siendo aprobados y otorgados por la Superintendencia de Telecomunicaciones. Las tecnologías 2G y 3G usadas en nuestro país trabajan dentro de las bandas de frecuencia que se muestran en la “Tabla 1” (12).

Operadora	OTECEL S.A		CONECEL S.A		CNT EP
Frecuencia (MHz)	835 - 845 MHz	1865 - 1870 MHz	824 - 835 MHz	1885 - 1890 MHz	1890 – 1895 MHz
	846.5 - 849 MHz	1945 - 1950 MHz	845 - 846.5 MHz	1965 - 1970 MHz	1895 – 1910 MHz
	880 - 890 MHz		869 a 880 MHz		1970 – 1975 MHz
	891,5 - 894 MHz		890 a 891.5 MHz		1975 – 1990 MHz

Tabla 1. Bandas de Frecuencia para los servicios de Telefonía Móvil

### 1.3 Medición de RNI en cuerpos humanos virtuales

Virtual Family V3.0 es un archivo de tipo Diseño Asistido por Computadora (CAD) desarrollado por la fundación IT’IS ubicada en Zúrich Suiza; con este software se realizan estudios en el campo biomédico de la exposición electromagnética. Está formado por un grupo de 4 archivos CAD de nombres Duke, Ella, Billie y Thelonious. Cada uno de estos modelos simula el cuerpo humano con todos los órganos y tejidos representados en 22 grupos con alta resolución en cada modelo CAD. En este trabajo, usaremos los modelos para realizar las mediciones de

intensidad de campo eléctrico; tomando en cuenta las condiciones espaciales sobre cada uno de ellos, de esta manera se podrá evaluar la intensidad de campo eléctrico con el equipo de medición respectivo. Para lo cual, se debe tener en consideración los puntos de interés ubicados en distintas posiciones y alturas con referencia al nivel del suelo, “Fig. 1”, que han sido definidos para cada modelo (13).

El artículo está organizado de la siguiente manera, la sección uno, trata sobre la teoría revisada para esta investigación, luego en la sección dos, se explica la metodología implementada para las mediciones y los materiales usados para la toma de datos, después en la sección tres se detallan los resultados de las mediciones de RNI en los escenarios propuestos, finalmente en la sección cuatro tenemos las conclusiones y algunas recomendaciones para trabajos futuros.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Equipo de medición y software de apoyo

Para la obtención de resultados de los procesos de medición de RNI en las antenas de telefonía móvil al interior de la ciudad de Riobamba, utilizaremos el siguiente hardware y software:

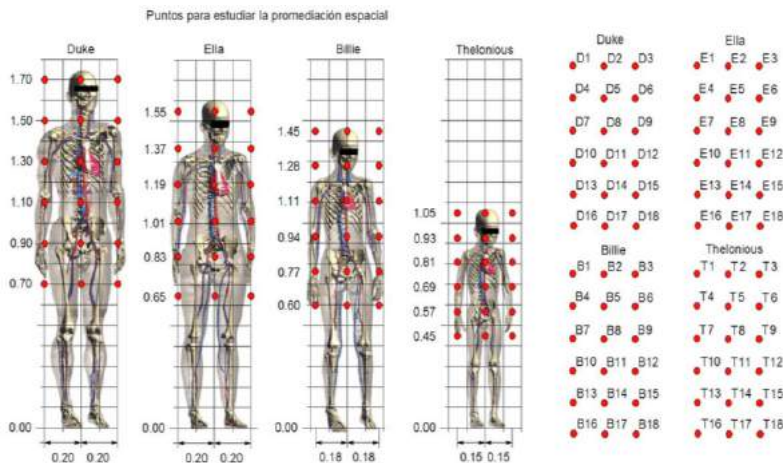


Fig. 1. Puntos para las mediciones espaciales en Virtual Family V3.0 (IT<sup>2</sup>IS Foundation, 2015)

- NARDA SRM-3000, equipo de medición de altas frecuencias (14).
- Sim4Life, plataforma de simulación de modelos humanos (15).
- MATLAB, lenguaje de programación de alto nivel (16).
- Virtual Family V3.0, modelamiento biomédico de la exposición electromagnética en el cuerpo humano (13).

## 2.2 Procedimiento para las mediciones de las RNI espaciales

La medición de los EMF en condiciones espaciales se realizó en 10 distintos escenarios cercanos a las antenas dentro de la ciudad de Riobamba y se utilizó los puntos de importancia definidos para cada modelo de Virtual Family V3.0. Para esto se definió el siguiente procedimiento:

1. Identificar los 10 escenarios cercanos a las antenas dentro de la ciudad de Riobamba y ubicarlos en el mapa con su respectiva ubicación, utilizando un dispositivo Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
2. En cada uno de los 10 escenarios se utilizó el equipo NARDA SRM-3000 para medir la intensidad de campo eléctrico en cada uno de los puntos de importancia de cada uno de los modelos, tomando en cuenta las alturas con referencia al nivel del suelo.
3. Encender el equipo NARDA SRM-3000 y configurar las respectivas condiciones de medición para el campo eléctrico y en la banda de frecuencia de 76 MHz a 2.6 GHz.
4. Tomar las mediciones con un intervalo de 6 minutos para cada uno de los 18 puntos del respectivo modelo.
5. Tomar apunte de cada medición realizada con su respectivo valor de campo eléctrico y código asignado por el equipo NARDA SRM-3000.

## 2.3 Procedimiento para el análisis de las RNI espaciales

Una vez que se tienen todos los datos medidos de cada uno de los modelos de Virtual Family V3.0 en cada uno de los 10 escenarios, se procede a obtener el valor máximo del EF máximo medido y el valor promedio aritmético del EF promedio medido. Para así llegar a un escenario genérico de los diferentes modelos Duke, Ella, Billie y Thelonious del EF máximo y promedio.

Al tener los valores del escenario genérico, se procede a simular en el software Sim4Life para obtener el valor de la SAR en el cuerpo humano; teniendo en cuenta la onda incidente, onda reflejada y las dos ondas parasitas en cada uno de los modelos a una distancia de  $\lambda/4$  para así poder obtener los puntos para cada uno de los modelos en los ejes x, y, z como se muestra en la “Fig 2”. Entonces se procede a realizar los cálculos respectivos para cada uno de los puntos mostrados en la “Fig 1”; tomando en cuenta que el valor de E es la media de la estatura y la A es la mitad del ancho del cuerpo de cada uno de los modelos, ecuaciones (1-5).

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3e8}{1381e6} = 0.22 \text{ m} \quad (1)$$

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{0.22}{4} = 0.06 \text{ m} \quad (2)$$

$$\beta = h \operatorname{Sen}(20) = (40 \text{ mm}) \operatorname{Sen}(20) = 13.68 \text{ mm} \quad (3)$$

$$\alpha = h \operatorname{Cos}(20) = (40 \text{ mm}) \operatorname{Cos}(20) = 37.59 \text{ mm} \quad (4)$$

$$\tan(15) = \frac{\theta}{\alpha} \Rightarrow \theta = \alpha \tan(15) = (37.59 \text{ mm}) \tan(15) = 10.07 \text{ mm} \quad (5)$$

Con los cálculos respectivos realizados; planteamos las coordenadas para cada uno de los puntos en milímetros, dependiendo el modelo de Virtual Family V3.0 tanto para Duke, Ella, Billie y Thelonious cómo se ve en la “Tabla 2”.

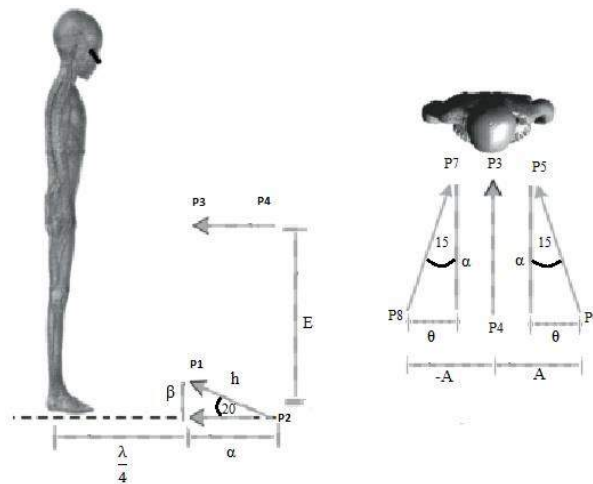


Fig. 2. Análisis de las RNI espaciales (Tumalli, 2016)

Puntos (x; y; z)	Coordenadas de cada humano virtual			
	DUKE	ELLA	BILLIE	THELONIOUS
P1 ( $\lambda/4; 0; \beta$ )	(60; 0; 13.68)	(60; 0; 13.68)	(60; 0; 13.68)	(60; 0; 13.68)
P2 ( $\lambda/4 + \alpha; 0; 0$ )	(97.59; 0; 0)	(97.59; 0; 0)	(97.59; 0; 0)	(97.59; 0; 0)
P3 ( $\lambda/4; 0; E$ )	(60; 0; 885)	(60; 0; 815)	(60; 0; 745)	(60; 0; 580)
P4 ( $\lambda/4 + \alpha; 0; E$ )	(97.59; 0; 885)	(97.59; 0; 815)	(97.59; 0; 745)	(97.59; 0; 580)
P5 ( $\lambda/4; (A-\theta); E$ )	(60; 189.93; 885)	(60; 189.93; 815)	(60; 169.93; 745)	(60; 139.93; 580)
P6 ( $\lambda/4 + \alpha; A; E$ )	(97.59; 200; 885)	(97.59; 200; 815)	(97.59; 180; 745)	(97.59; 150; 580)
P7 ( $\lambda/4; -(A-\theta); E$ )	(60; -189.93; 885)	(60; -189.93; 815)	(60; -169.93; 745)	(60; -139.93; 580)
P8 ( $\lambda/4 + \alpha; -A; E$ )	(97.59; -200; 885)	(97.59; -200; 815)	(97.59; -180; 745)	(97.59; -150; 580)

Tabla 2. Coordenadas para cada modelo de Virtual Family V3.0

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Definición de los 10 escenarios

El proceso de las mediciones de las RNI espaciales se realiza en 10 diferentes escenarios cercanos a las antenas dentro de la ciudad de Riobamba, todos estos escenarios fueron escogidos debido a que cumplen con las características necesarias para realizar las mediciones de EF máximo y promedio. En la “Tabla 3” se muestra la información detallada de cada una de ellos, como la latitud y longitud obtenidos mediante un dispositivo de GPS; así como también la dirección de cada uno de estos.

El NARDA SRM-3000 debe ser configurado dentro del espectro de frecuencia de 76 MHz a 2.6 GHz; ya que dentro de este ancho de banda se encuentran los servicios de telecomunicaciones radio, televisión y telefonía móvil que aportan al EF total. Para dicho proceso de medición se utiliza un soporte de madera que simula cada uno de los modelos de Virtual Family V3.0 con sus 18 puntos respectivos que fueron detallados con anterioridad.

Nro. Escenario	Ubicación	Latitud	Longitud
1	Cdla. Las Acacias. Casa del Ing. José Luis Serrano	1°38'26.8”S	78°40'28.6”O
2	Cdla. Las Acacias.	1°38'25.6”S	78°40'28.2”O
3	Cdla. Las Acacias. Calle Río Quevedo	1°38'25.6”S	78°40'32.5”O
4	Cdla. Las Acacias. Casa del Ing. José Luis Serrano	1°38'28.1”S	78°40'28.4”O
5	García Moreno entre Boyacá y Esmeraldas	1°40'30.4”S	78°39'16.7”O
6	Panamericana Sur Km 11/2, frente gasolinera ESPOCH	1°39'42.6”S	78°40'33.5”O
7	Panamericana Sur Km 11/2. Frente-Estación CNT, junto gasolinera ESPOCH	1°39'41.7”S	78°40'33.6”O
8	Avenida Gonzalo Dávalos y Brasil	1°39'49.2”S	78°39'49.2”O
9	Brasil entre Gonzalo Dávalos y Junín	1°38'26.8”S	78°40'28.6”O
10	García Moreno entre Boyacá y Esmeraldas	1°40'30.6”S	78°39'16.5”O

Tabla 3. Información de los escenarios de medición en Riobamba

Para este estudio también se debe tomar en cuenta las características de cada escenario; que tienen distintas condiciones cercanas a las antenas de los diferentes servicios de telecomunicaciones. Las características a tener en cuenta son: la distancia a la que se encuentre de la antena, la altura al nivel del suelo de la persona que recibe los campos eléctricos y si la persona recibe los campos eléctricos de manera incidente y/o reflejada, como se muestra en las “Fig 3, 4, y 5”. Para información mas detallada sobre el resto de escenarios podemos dirigirnos a (5).

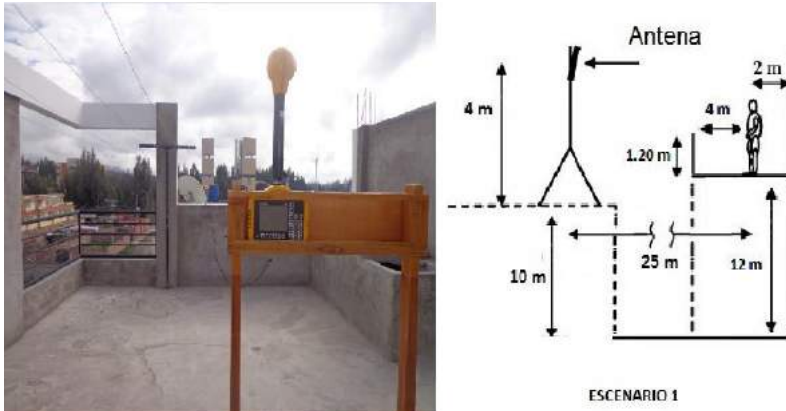


Fig. 3. Características del Escenario 1 (escenario con los mayores valores de EF)

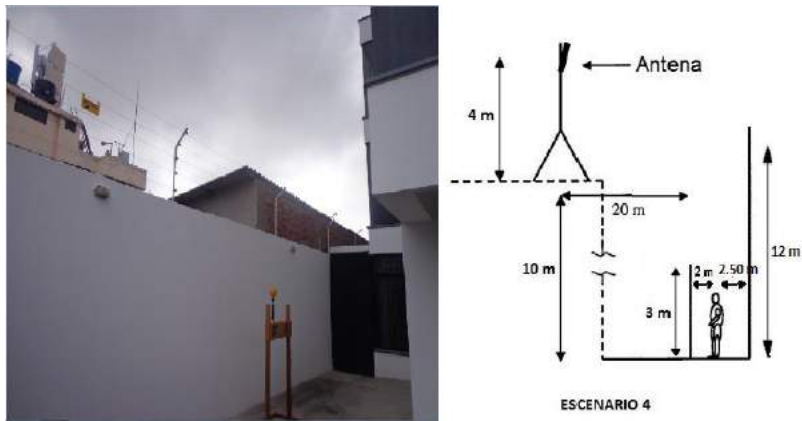


Fig. 4. Características del Escenario 4 (comparte resultados aproximados a los escenarios 2, 3, 7, 8 y 10)

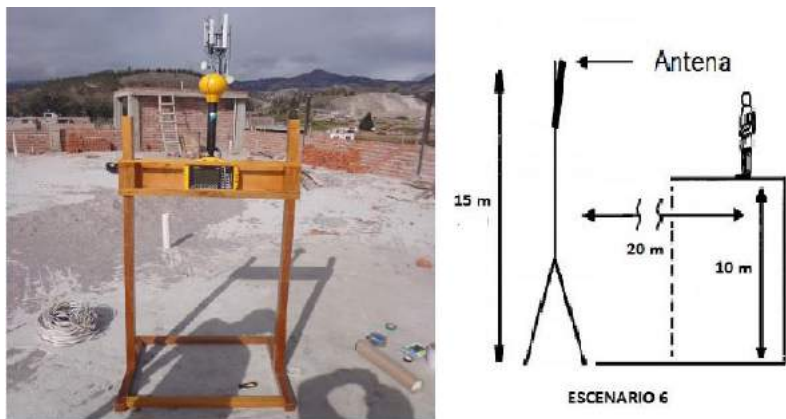


Fig. 5. Características del Escenario 6 (comparte resultados aproximados a los escenarios 5 y 9)

### 3.2 Medición de RNI espacial

De igual manera, la medición para cada uno de los 18 puntos se debe realizar con un intervalo de 6 minutos, tanto para el EF máximo y para el EF promedio. Este proceso será repetitivo para cada uno de los 10 escenarios, valores que podemos apreciar en las “Tablas 4, 5, y 6”. En estas tablas está contenida la información necesaria para definir el escenario genérico para cada uno de los modelos, para así poder simular las SAR en el software Sim4Life. Para una mejor deducción de los resultados colocaremos a continuación las tablas mas representativas.

Puntos	Intensidad de EF (V/m)							
	EF maximo				EF promedio			
	Duke	Ella	Billie	Thelonious	Duke	Ella	Billie	Thelonious
P1	9,884	11,570	11,300	7,839	6,086	7,725	8,680	6,155
P2	9,231	9,095	11,210	8,338	6,374	5,375	6,230	7,054
P3	14,130	12,710	12,870	8,372	11,370	8,273	7,720	7,089
P4	10,240	7,104	9,280	7,238	6,906	6,603	8,520	5,873
P5	9,348	5,988	10,190	7,182	5,687	6,497	7,920	5,065
P6	10,470	7,338	16,000	6,431	9,896	6,442	8,890	4,672
P7	7,263	10,050	9,204	6,147	6,336	4,874	8,437	4,715
P8	7,186	8,880	9,528	5,508	4,739	4,497	7,931	3,610
P9	7,514	6,869	9,973	4,941	5,579	5,189	8,020	4,071
P10	9,643	6,062	7,309	4,993	4,193	4,476	6,254	3,731
P11	5,260	5,962	7,101	5,285	5,375	4,916	6,023	3,506
P12	5,768	6,940	7,090	4,470	4,847	4,233	4,814	3,066
P13	4,250	5,958	6,259	4,179	3,283	3,805	4,889	3,125
P14	4,752	4,783	5,802	4,231	3,698	4,414	4,427	3,279
P15	4,925	4,544	5,229	3,763	3,623	3,059	3,486	2,610
P16	3,612	3,614	5,129	4,275	2,646	2,568	3,470	3,354
P17	4,462	5,137	5,079	3,737	2,946	3,322	3,625	2,676
P18	3,180	3,975	3,971	3,207	2,588	2,625	2,643	2,584

Tabla 4. Medición de RNI espacial para el escenario 1 (escenario con los mayores valores de EF)

Puntos	Intensidad de EF (V/m)							
	EF maximo				EF promedio			
	Duke	Ella	Billie	Thelonious	Duke	Ella	Billie	Thelonious
P1	1,388	1,133	1,501	1,306	0,947	1,474	0,989	0,837
P2	1,714	1,114	1,697	1,261	2,253	1,755	1,129	0,886
P3	1,618	1,091	1,674	1,271	1,030	1,683	0,913	0,930
P4	1,524	1,242	1,622	1,407	1,015	1,854	0,947	0,954
P5	1,580	1,020	1,504	1,216	1,183	1,750	0,935	0,891
P6	1,705	0,977	1,370	1,271	1,121	1,468	0,921	0,980
P7	1,659	0,702	1,217	1,418	1,212	1,203	0,738	0,927
P8	1,773	0,955	1,358	1,319	1,026	1,284	0,825	0,924
P9	1,520	0,868	1,291	1,382	1,305	1,180	0,784	0,860
P10	1,233	1,049	1,444	1,436	0,920	1,321	0,870	0,944
P11	1,321	0,950	1,322	1,465	0,852	1,432	0,727	0,915
P12	1,240	1,055	1,369	1,509	0,854	1,490	0,763	0,832
P13	1,266	0,957	1,406	1,488	0,921	1,399	0,933	0,962



P14	1,355	0,866	1,483	1,240	0,825	1,405	0,919	0,793
P15	1,459	0,948	1,428	1,373	0,946	1,682	0,810	0,683
P16	1,541	1,073	1,571	1,191	1,136	1,409	1,106	0,903
P17	1,493	0,968	1,278	1,114	1,027	1,460	0,920	0,755
P18	1,469	0,877	1,293	1,184	1,032	1,450	0,774	0,975

Tabla 5. Medición de RNI espacial para el escenario 4  
(comparte resultados aproximados a los escenarios 2, 3, 7, 8 y 10)

Puntos	Intensidad de EF (V/m)							
	EF maximo				EF promedio			
	Duke	Ella	Billie	Thelonious	Duke	Ella	Billie	Thelonious
P1	5,929	6,678	5,865	5,662	4,162	4,242	4,515	4,526
P2	6,253	6,610	6,063	6,684	4,314	4,191	4,576	5,269
P3	6,278	6,287	5,463	6,849	4,890	4,056	4,319	5,703
P4	6,505	6,483	5,852	6,384	4,925	4,057	4,512	5,388
P5	6,375	6,079	4,686	7,202	4,794	4,496	3,681	5,835
P6	5,989	5,487	5,283	7,182	4,661	4,018	4,435	4,663
P7	6,190	6,323	5,436	6,338	5,020	3,304	4,079	4,943
P8	5,559	5,780	6,803	6,672	4,327	3,224	5,187	5,111
P9	6,184	6,324	7,034	6,351	4,582	4,122	5,121	4,052
P10	5,815	6,691	6,311	6,047	4,089	3,985	4,735	3,784
P11	6,311	7,053	7,188	5,247	4,715	4,425	5,243	3,147
P12	6,536	7,690	6,988	4,854	4,362	4,158	5,121	3,636
P13	5,769	5,953	6,439	5,480	4,955	4,626	4,065	2,988
P14	6,959	7,361	6,732	3,883	5,718	6,005	4,838	2,500
P15	6,737	7,781	6,401	5,060	5,556	5,064	4,550	3,857
P16	5,579	6,377	5,820	6,509	4,927	5,161	4,397	4,876
P17	5,817	4,486	3,497	5,804	4,451	3,256	2,462	3,146
P18	6,204	5,932	5,306	6,786	3,697	3,826	4,090	4,939

Tabla 6. Medición de RNI espacial para el escenario 6  
(comparte resultados aproximados a los escenarios 5 y 9)

### 3.3 Procesamiento de la medición de RNI espacial

Para realizar el procesamiento de los datos, en primera instancia se debe obtener el escenario genérico para cada uno de los modelos de Virtual Family V3.0. La simulación de la SAR se realiza para cada uno de los cuerpos enteros, con los valores de este escenario genérico, con lo que se obtendrá los valores: máximo, mínimo, promedio y desviación estándar del EF máximo y promedio, como se puede ver en las “Tablas 7, 8, 9, y 10”.

Intensidad de Campo (V/m)		Valores obtenidos del escenario genérico para el modelo Duke		
E Máximo	E Promedio	Valores	E Máximo	E Promedio
14,125	5,824	Máximo	5,101	2,114
2,049	0,968	Mínimo	1,577	0,649
3,237	1,167	Promedio	6,293	2,790
1,773	1,046			

6,791	3,906	Desv. Estándar	3,885	1,919
6,966	4,683			
7,384	1,236			
2,608	0,832			
4,497	0,649			
1,577	0,829			

Tabla 7. Escenario genérico para el modelo Duke

Intensidad de Campo (V/m)		Valores obtenidos del escenario genérico para el modelo Ella		
E Máximo	E Promedio			
12,709	5,149	Valores	E Máximo	E Promedio
1,684	0,894	Máximo	4,137	2,047
2,720	1,415	Mínimo	1,205	0,592
1,205	1,496	Promedio	5,490	2,598
7,191	3,736	Desv. Estándar	3,805	1,686
7,690	4,345			
2,471	1,120			
1,678	0,761			
2,447	0,592			
1,577	0,966			

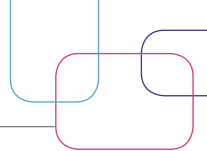
Tabla 8. Escenario genérico para el modelo Ella

Intensidad de Campo (V/m)		Valores obtenidos del escenario genérico para el modelo Billie		
E Máximo	E Promedio			
12,874	6,592	Valores	E Máximo	E Promedio
2,056	1,004	Máximo	4,416	2,103
2,946	1,460	Mínimo	1,783	0,588
1,783	0,886	Promedio	5,563	2,868
6,716	3,429	Desv. Estándar	3,568	2,055
7,188	4,540			
2,628	0,941			
1,922	0,825			
4,036	0,588			
2,005	0,766			

Tabla 9. Escenario genérico para el modelo Billie

Intensidad de Campo (V/m)		Valores obtenidos del escenario genérico para el modelo Thelonious		
E Máximo	E Promedio			
8,383	4,455	Valores	E Máximo	E Promedio
2,254	1,041	Máximo	4,039	1,766
2,767	1,167	Mínimo	1,509	0,533
1,509	0,874	Promedio	4,665	2,283
5,733	2,732	Desv. Estándar	2,460	1,525
7,202	4,390			
2,412	0,748			
3,114	0,789			
5,436	0,533			
1,576	0,936			

Tabla 10. Escenario genérico para el modelo Thelonious



#### **4. Conclusiones**

Es muy importante que antes de empezar a hacer las mediciones siempre se debe verificar que el equipo este correctamente calibrado, dentro de la banda de frecuencia que se desea trabajar para poder evitar errores en los resultados de las mediciones.

Realizar las mediciones de intensidad de campo eléctrico en otras condiciones de tráfico y características de los escenarios para verificar que los niveles de radiaciones no-ionizantes están dentro de las normativas fijadas por la ICNIRP.

Realizar simulaciones de la SAR con distintos valores de campo eléctrico máximo y promedio para así asegurar la precisión del modelo computacional, considerando diferentes condiciones de tráfico y distintas características de los escenarios ya medidos.

Con las mediciones de campo eléctrico en el rango de frecuencias de 800 MHz a 1900 MHz realizadas en los 10 escenarios cercanos a las antenas que se encuentran situadas en algunos sectores de la ciudad de Riobamba, se puede determinar que muchos de los escenarios están dentro del rango estipulado por las normativas planteadas por la ICNIRP; pero de igual manera, en uno que otro, los valores medidos están son mayores al establecido, lo cual es preocupante ya que a largo plazo esto puede tener afecciones en la salud de las personas que están en los alrededores.

En trabajos futuros para el procesamiento de los valores del escenario genérico de cada modelo se hará uso del Sim4Life que trabaja con los modelos de Virtual Family V3.0, este permite simular los valores de EF máximo y promedio de los escenarios genéricos que fueron obtenidos de las mediciones espaciales de RNI, de esta manera se obtendrá el valor de la SAR para el cuerpo humano entero en nivel de potencia.

También se buscará comprobar los niveles de la SAR producidos por los campos eléctricos de los diferentes servicios de telecomunicaciones, como radio y televisión. Para esto se utilizará el equipo NARDA SRM-3000, y para realizar el análisis de todos estos datos se utilizará el software Sim4Life, que permite simular los efectos de las mediciones de campo eléctrico.

#### **Agradecimientos**

Los autores aprecian el soporte académico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y la Universidad de Oriente (UO) de Cuba, a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) por el préstamo de sus equipos para la realización de las mediciones y a la gente que revisó este

trabajo gracias por sus valiosos comentarios.

## Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses particulares por parte de los autores, de la entidad científica o financiadora que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

## Referencias

1. Infante P, Tumalli L, Flores T, Gilart F. 2017. Radiación no Ionizante Espacial Producida por los Campos Electromagnéticos de Antenas de Telecomunicaciones: Artículo de Revisión. XI Conferencia Científica de Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; 2017-11-21. Quito. Ecuador.
2. J. Garcia Guibout M. Méndez Garabetti A. Castro Lechtaler, A. Priori. Estudio sobre mediciones de campos electromagnéticos no ionizantes. XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2013, pp. 1405–1416.
3. Balanis, C. Advanced Engineering Electromagnetics, 2a. Ed, New York- Estados Unidos: Editorial Wiley, 2010, pp. 104-121.
4. Balanis, C. Antenna Theory, 3a. Ed, New Jersey- Estados Unidos: Editorial Wiley, 2005, pp. 27-40.
5. Tumalli L. Desarrollo de una modelo computacional utilizando el simulador Sim4Life para obtener la distribución de la SAR en el cuerpo humano producida por los campos eléctricos de las antenas transmisoras de radio, televisión y estaciones base de celulares en diferentes escenarios cercanos a las antenas transmisoras de celulares. [Tesis]. Riobamba: ESPOCH; 2016.
6. Fustel, A, Campos Electromagnéticos y Efectos en la Salud [en línea]. Subdirección de Salud Pública y Consumo, 2011, pp. 70-75 [Consulta: 16 de julio del 2016]. Disponible en: [http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/cem\\_salud/es\\_cem/adjuntos/cem.pdf](http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/cem_salud/es_cem/adjuntos/cem.pdf)
7. ICNIRP. 2011. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields. pp. 16-22, pp. 505-510
8. CONATEL, Plan Nacional de Frecuencias, Ecuador, 2012, pp. 17-23, 34-126
9. ARCOTEL, Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Abierta Analógica, Ecuador, 2015, Pp. 2-10.
10. Moreno Quinche, B.G., y Salazar Baculima, J.C., Estudio y Análisis de factibilidad para la implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador [Tesis]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca; 2011. pp. 13-24.
11. Sagbay Sacaquirín G, Sánchez Sánchez F. Estudio y análisis de la estandarización y regulación para la migración del sistema radio analógico a digital en el Ecuador. [Tesis]. Universidad Politécnica Salesiana. 2013.
12. Cando Torres, C.P., Estudio de Factibilidad para la implementación en el Ecuador de redes inalámbricas (IEEE802.11) sobre redes celulares de tercera generación (UMTS) mediante la utilización de la tecnología unlicensed mobile access (UMA) [Tesis]. Escuela Politécnica Nacional: Quito, Ecuador. 2017. pp. 11-19.
13. IT<sup>2</sup>IS Foundation, Virtual Family V3.x; High-Resolution Made Simple. [Consulta: 15 de julio del 2016]. Disponible en: <http://www.itis.ethz.ch/virtual-population/virtual-population-cvip-vip/overview/>
14. Narda Safety Test Solution, SRM-3000 Selective Radiation Meter, Alemania, 2013 pp. 1-10
15. Zürich Medtech, Sim4life solutions Manual. [en línea]. [Consulta: 18 de julio del 2016]. Disponible en: <http://www.zurichmedtech.com/sim4life/computable-human-phantoms/vip-2>
16. Moore H. MATLAB for Engineers, 4<sup>th</sup> ed. Pearson Prentice Hall, 2014.

# SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y SISMOS COMPATIBLE CON EL ESTÁNDAR BRASILEÑO DE TELEVISIÓN DIGITAL

(EARLY WARNING SYSTEM FOR VOLCANIC ERUPTIONS AND  
EARTHQUAKES COMPATIBLE WITH BRAZILIAN DIGITAL  
TELEVISION STANDARD)

Diego Javier Barba Chérrez<sup>(1)\*</sup>, Jefferson Alexander Ribadeneira Ramírez<sup>(2)</sup>,  
Oswaldo Geovanny Martínez Guashima<sup>(2)</sup>, Raúl Marcelo Lozada Yáñez<sup>(2)</sup>.

(1) Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ec060155, Ecuador.

(2) Facultad de Informática y Electrónica.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ec060155, Ecuador.

\*Correspondencia. Tel: 0995808209,

E-mail: diego\_barba@outlook.com (D. J. Barba Chérrez)

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el diagnosticar la influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones Volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua, así como la concientización de la ciudadanía en la toma de decisiones y manera de actuar frente a la ocurrencia de una situación de emergencia. Para el desarrollo del estudio se utilizó una metodología mixta, con la combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo, por medio de un análisis bibliográfico en la investigación de las características de funcionamiento del estándar ISDB-Tb, junto con la aplicación de una encuesta que arrojó resultados fundamentales para el desarrollo del prototipo de un Sistema de Alerta de Emergencias a través de la señal de Televisión Digital. Finalmente, y con la aplicación de una entrevista, se determinó la influencia del Sistema de Alerta Temprana en la disminución de daños producidos por erupciones volcánicas y sismos, misma que tuvo una valoración y aceptación del 77.78% por parte de los representantes de la Coordinación Zonal 3 de la Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Palabras claves:** *Telecomunicaciones, Televisión Digital Terrestre, Estándar ISDB-Tb, Sistema EWBS, Middleware Ginga.*

## ABSTRACT

This current investigation had for objective to diagnose the influence of an Early Warning System for Volcanic Eruptions and Earthquakes compatible with ISDB-Tb standard in the decrease of damages in the province of Tungurahua. Also, the awareness of people to make decisions and the way of reaction while an emergency is happening. In order to develop this study, a mixed methodology was directed with the combination of a quali-quantitative focus. It was done by a bibliographic analysis in the investigation of the characteristics of function of the ISDB-Tb

standard. Besides that, was applied a survey giving fundamental results to the development of a prototype of Warning System of Emergencies through the signals of Digital Television. Finally, with the application of the survey, was possible to determine the influence of Early Warning System to decrease damages produced by eruptions and earthquakes, which had valuation and acceptance in a 77.78% by the representatives of the Coordinación Zonal 3 of the Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Key words:** *Telecommunications, Digital Terrestrial Television, ISDB-Tb Standard, EWBS, Middleware Ginga.*

## 1. Introducción

El Ecuador, por su ubicación geográfica, está expuesto a una intensa actividad sísmica y volcánica, razón por la cual, el trabajo en materia de gestión de riesgos para la reducción del impacto adverso que estas situaciones pueden causar en la población es incesante. El desarrollo de herramientas que permitan brindar información necesaria y oportuna ante situaciones de emergencia, constituye el pilar fundamental y esencial de dicho trabajo.

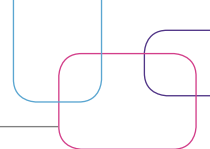
La digitalización de las señales de televisión constituye un cambio inminente en el ámbito de las telecomunicaciones, su supremacía frente a la tecnología analógica es total, destacándose el aprovechamiento del espectro radioeléctrico destinado para este fin, es así que en 2010 el Ecuador decidió adoptar el estándar brasileño de Televisión Digital Terrestre (ISDB-Tb) como norma para la transmisión de señales digitales en todo el territorio nacional.

Bajo esta primicia, el gobierno ecuatoriano, a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) y el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, promueve la implementación del estándar ISDB-Tb con todos los beneficios que trae consigo (1), en especial el Sistema de Transmisión de Alerta de Emergencias (EWBS) y el middleware Ginga, reduciendo la brecha digital y fomentando la inclusión social en el país.

La presente investigación servirá para desarrollar planes de prevención ante erupciones volcánicas y sismos, que tienen como objetivo la disminución de los daños materiales y psicológicos de la población frente a estas situaciones, a través de medios audiovisuales. Los resultados que se espera alcanzar con la ejecución de lo propuesto en esta investigación son similares a los obtenidos en Japón, desarrollando nuevas formas de comunicación que aprovechan la versatilidad e interactividad del estándar en medios de difusión masivos, para informar continuamente sobre alertas de tsunamis y sismos en tiempo real.

### 1.1. *Desastres Naturales*

La Organización de las Naciones Unidas para el Socorro en casos de Desastres, define a los desastres como “un evento identificable en el tiempo y el espacio,



en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad” (2). La misma organización no define los desastres naturales como tal, ya que los desastres son considerados humanos y sociales.

Nuestro país, al estar localizado en una de las zonas de mayor riesgo sísmico del mundo, está expuesto a constantes fenómenos naturales de ocurrencia extraordinaria, como los terremotos de Pedernales en 2016, Bahía de Caráquez en 1998, Ambato en 1949 (3), entre otros movimientos de menor magnitud como los suscitados en los últimos días en Guayaquil. Y además a eventuales erupciones de los volcanes actualmente activos como el Reventador, Guagua Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, que afectarían en gran medida a la población ecuatoriana (4, 5).

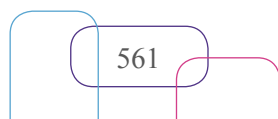
### *1.1.1. Erupciones Volcánicas*

Es la expulsión de Magma, roca fundida a elevadas temperaturas, desde el interior de la Tierra hacia la superficie de la misma (6). A escala global, las erupciones volcánicas ocurren en menor frecuencia que otros fenómenos naturales como terremotos y tsunamis, por consiguiente, causan menos pérdidas humanas y materiales que otros desastres (7).

En Ecuador, el volcán Tungurahua inició un nuevo período eruptivo en 1999, desde entonces se han presentado fases de baja actividad volcánica caracterizadas por total tranquilidad o leves emisiones de vapor y ceniza, y fases de alta actividad caracterizadas por explosiones, emisiones de gas y ceniza, expulsión de lava, entre otros. En los meses de julio y agosto del año 2006 se produjeron dos grandes explosiones con formación de flujos piroplásticos que afectaron los flancos occidental y sur occidental del volcán, la emisión y caída de ceniza fue de tal magnitud que incluso la ciudad de Guayaquil se vio afectada (8). Posterior a esto la actividad volcánica ha sido intermitente con periodos de hasta un año de inactividad, sin embargo esta puede iniciarse intempestivamente con fuertes explosiones y emisiones de gas y ceniza como en mayo del 2010, abril del 2011, diciembre del 2012, mayo del 2013, y febrero del 2016 (9).

### *1.1.2. Sismos*

La corteza terrestre está formada por grandes bloques sólidos denominados placas tectónicas, dichas placas se encuentran en la superficie terrestre y mantienen un contacto permanente entre ellas por lo que están siempre expuestas a las grandes presiones que esto supone. Las vibraciones terrestres o sismos son producto de la liberación de energía acumulada en los bordes de las placas, la ruptura de uno de estos bordes genera ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones a partir del hipocentro o foco, que puede estar localizado en cualquier punto de





la corteza terrestre. Directamente sobre el hipocentro se encuentra el epicentro, que es el punto de la superficie terrestre en el que las vibraciones se registran con mayor intensidad (10).

### 1.2. *Sistemas de Alerta Temprana*

Son un conjunto de herramientas que permiten monitorear e informar sobre situaciones que entrañen cierto nivel de amenaza en una población (11), constituyen uno de los principales recursos al momento de disminuir el impacto socioeconómico que genera un fenómeno natural.

También se los denomina Sistemas de alerta de principio a fin, ya que abarca el antes, durante y después de los desastres naturales. En la primera fase se ejecutan las etapas de prevención, mitigación, preparación y alerta. En segunda instancia, y ya durante la ocurrencia del desastre, se ponen en marcha los procesos de respuesta, como son, evacuación de lugares que entrañen mayor riesgo, búsqueda y rescate de personas desaparecidas, etc. Finalmente, posterior al acontecimiento del desastre, se ejecutan las acciones de rehabilitación y reconstrucción a corto, mediano y largo plazo, de infraestructuras (11).

Actualmente, el protocolo con que se manejan las situaciones de emergencia ante fenómenos naturales en el Ecuador es el que se diagrama en la Fig. 1, mismo que consta de los siguientes pasos: registro de datos generados por los instrumentos de monitoreo, transmisión de los datos registrados, análisis y validación de la información, coordinación y establecimiento de la alerta, y finalmente la activación y difusión de la alerta (12).

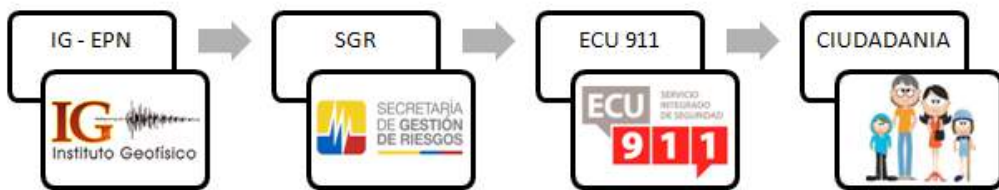


Fig. 1: Protocolo de Comunicación de gestión de SAT (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2015)

### 1.3. *Televisión Digital Terrestre*

Es un sistema de difusión de información de acceso prácticamente universal, ya que sus transmisiones son de tipo punto a multipunto y pueden ser de acceso gratuito o por suscripción (13). Los flujos binarios de información se los transmite a través del aire utilizando técnicas de modulación digital que ocupan una porción del espectro radioeléctrico, esta porción puede ser de 6, 7 u 8 MHz de ancho de banda (14), dependiendo de la canalización de cada país.

La organización por capas del sistema ISDB-Tb permite que las acciones realizadas en las capas inferiores sirvan de base para cada una de las superiores

(15), es así que la estructura del estándar comienza desde la capa de transmisión, continua con la de multiplexación, la de compresión, luego la middleware y finalmente la de aplicación, esta distribución se indica de forma más detallada en la Fig. 2.

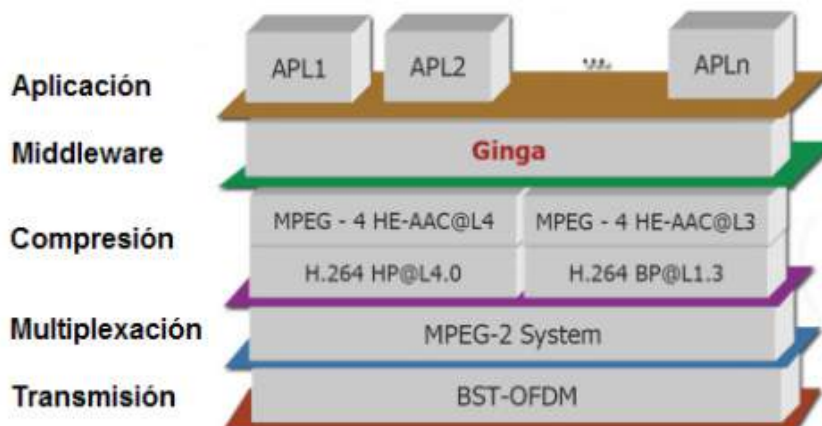


Fig. 2: Estructura del estándar ISDB-Tb (Digital Broadcasting Experts Group, 2008)

### 1.3.1. Middleware Ginga

El Middleware Abierto Ginga para la norma ISDB-Tb surge con el desarrollo de proyectos de investigación coordinados por los laboratorios Telemidia en la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro (PUC-Rio) y LAViD en la Universidad Federal de Paraíba (UFPB) (16). Ginga está formado por un conjunto de tecnologías estandarizadas e innovaciones brasileñas que lo convierten en la especificación middleware más avanzada (17).

Ginga se puede dividir en dos ambientes, declarativos (Ginga-NCL) e imperativos (Ginga-J) (18). Ginga-NCL es el subsistema lógico responsable del procesamiento de documentos a través de la máquina de interpretación del contenido declarativo. Y Ginga-J es el subsistema lógico responsable del procesamiento de contenidos activos a través de la máquina virtual Java para la ejecución del contenido (19).

### 1.3.2. EWBS, Emergency Warning Broadcasting System

Es uno de los principales beneficios ofrecidos por el estándar ISDB-Tb, permite la emisión de una señal de emergencia durante la ocurrencia de un fenómeno natural, desde la estación televisiva hasta los dispositivos receptores (20). Este Sistema tiene como objetivo prevenir y disminuir las pérdidas, humanas y materiales, causadas por fenómenos naturales (21), entregando información oportuna a la población afectada a través de un medio de comunicación masivo como es la televisión.

La señal EWBS tiene su origen en la capa de transmisión del estándar, misma que debe poseer una mayor robustez para garantizar una transmisión y recepción constantes (22). El funcionamiento de la etapa de transmisión de una estación con servicios de multiprogramación y EWBS se sintetiza en la Fig. 3.

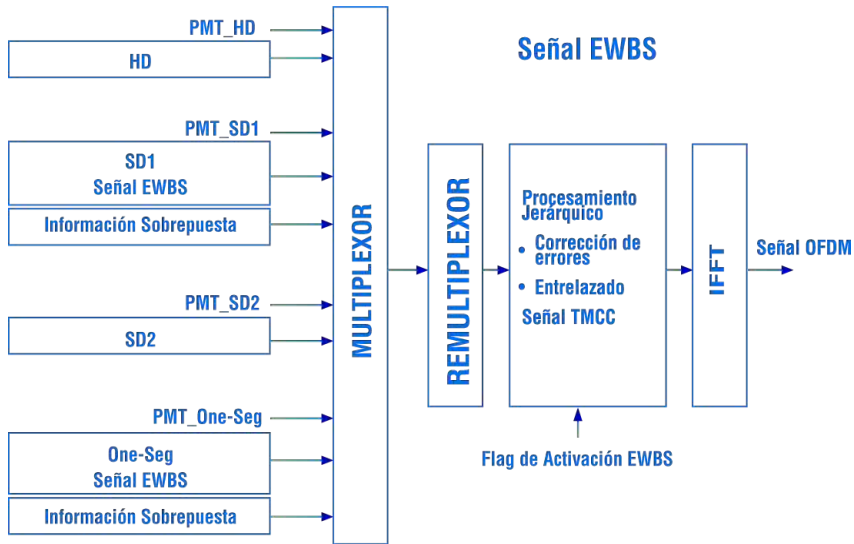


Fig. 3: Diagrama de Transmisión con señal EWBS (Pisciotta N, Liendo C, Lauro R, 2013)

## 2. Materiales y Métodos

Como parte de la investigación y para recolectar información, se realizó una encuesta con un cuestionario semiestructurado de diez preguntas cerradas y sencillas de responder. Se tomó como población de estudio los habitantes de la ciudad de Ambato, que según los datos del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) son 178 538.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la expresión:

$$n = \frac{(N)(p)(q)}{(N-1)\left(\frac{ME^2}{NC^2}\right) + (p)(q)} \quad (1)$$

Dónde: n es el tamaño de la muestra, N es el tamaño de la población, p = 0.5, q = 0.5, ME = 0.05, y NC = 1.96, resultando una muestra de 383 personas.

La estructuración de la encuesta permitió recopilar datos sobre el comportamiento y nivel de preparación de la población ante erupciones volcánicas y sismos. Los resultados a las preguntas más relevantes se describen a continuación:

¿Conoce usted de la existencia de un Sistema de Alertas de Emergencias (EWBS)?

De la muestra encuestada, un 92.4% no tiene conocimiento sobre la existencia de un Sistema de Alerta de Emergencias y tan solo el 7.6% dio una respuesta positiva a esta interrogante. Obteniéndose como primicia la importancia de la creación del Sistema propuesto en esta investigación.

¿Cuándo se presenta una erupción volcánica o sismo que medio de comunicación ocupa para informarse?

El medio de comunicación con mayor frecuencia de uso frente a una erupción volcánica o sismo es la televisión con el 49.9%, seguido por la radio con un 27.7%, y finalmente del total de las personas encuestadas el 22.5% usa el Internet. Poniendo en evidencia la preferencia de la televisión como medio de comunicación masivo en situaciones de emergencia.

## 2.1. *Diseño del Sistema de Alerta Temprana para Tungurahua*

El Sistema de Alerta Temprana desarrollado tiene como finalidad dilucidar una serie de inquietudes que comúnmente se presentan, antes, durante y después de una situación de emergencia, en el diseño del mismo se consideró una repartición uniforme de la información, procurando siempre que el entorno sea amigable y de fácil utilización. Por otra parte, para la visualización de la señal EWBS se optó por un diseño menos desarrollado pero mucho más impactante, ya que se lo mostrará únicamente en el instante mismo de la situación de emergencia.

El objetivo principal del Sistema de Alerta, y en específico el de las aplicaciones interactivas diseñadas, es generar en el televidente un sentido de atención hacia el contenido informativo de la aplicación, basándose en este aspecto y teniendo en cuenta criterios de diseño gráfico, es recomendable que la aplicación no contenga estructuras complejas de navegación.

### 2.1.1. *Diseño de aplicaciones interactivas orientadas a informar sobre erupciones volcánicas y sismos*

Los archivos multimedia que se visualizarán en las aplicaciones se los organiza en contextos a través de conectores, regiones y descriptores, para que los mismos puedan ser ejecutados cuando sean llamados desde el enlace correspondiente. En primera instancia se crean las regiones en las que las infografías se van a mostrar, esto se lo hace en la pestaña *Layout View* del software *NCL Composer*, tal como se indica en la Fig. 4.

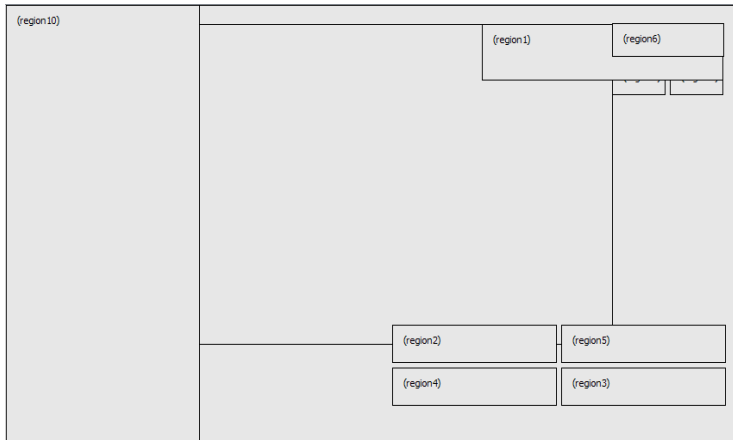


Fig. 4: Distribución de las regiones de la aplicación

Establecidas las regiones, se inserta los archivos multimedia, en primer lugar un video que represente la señal de televisión transmitida por la estación, posterior a esto se añade al Contexto General el ícono correspondiente al botón de interactividad de la aplicación, y se lo enlaza mediante un conector *conn#onBeingStart\_delay* al video mencionado. Este conector permite iniciar la presentación de la imagen con un retardo respecto a la presentación de otro archivo multimedia. La conexión de los dos elementos se muestra en la Fig. 5.

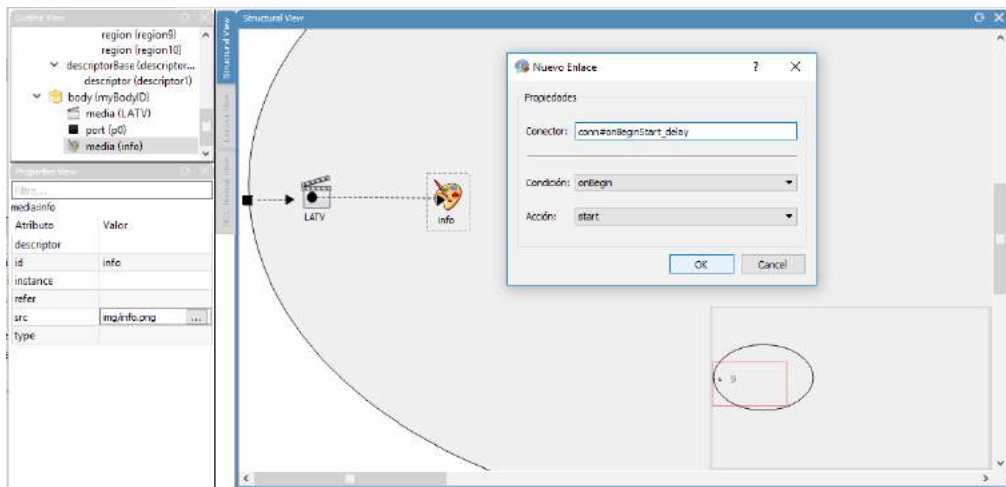
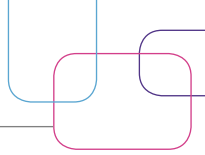


Fig. 5: Enlace de dos elementos media en NCL Composer

Al aceptar la interactividad se despliegan cinco íconos: Recomendaciones ante una Erupción, Mapa de Amenazas y Recursos, Plan Familiar de Emergencias, Estados de alerta de Erupción, y Salir, que se los relaciona con los botones “rojo”, “verde”, “amarillo”, “azul” y “exit” del control remoto, respectivamente. A cada ícono se le asigna un contexto individual, ya que las características que maneja cada uno son distintas.



En cada uno de los contextos, se utilizan los mismos o similares conectores al usado en el enlace del ícono de interactividad con el video. La base del código NCL para las variantes de los conectores es el que se muestra a continuación:

```
<link id="link0" xconnector="conn#onBeginStart_delay">  
  <bind role="onBegin" component"LATV"/>  
  <bind role="start" component"info">  
    <bindParam name="delay" value="2s"/>  
  </bind>  
</link>
```

En primer lugar se debe colocar la identificación del enlace, seguido del tipo de conector, posterior a esto se asigna el “*role*” al primer elemento media del enlace, que puede ser:

- *onSelection*, ejecuta el conector previo el cumplimiento de la condición asignada en el elemento.
- *onBeing*, ejecuta el conector al presentarse dicho elemento.
- *onEnd*, ejecuta el conector al detenerse dicho elemento.

Si el “*role*” asignado es *onSelection*, se debe establecer la condición, utilizando el parámetro “*value*” del conector.

Finalmente, se asigna el “*role*” al segundo elemento media del enlace que puede ser:

- *pause*, detiene momentáneamente la presentación del elemento.
- *resume*, reanuda la presentación del elemento.
- *set*, reinicia la presentación del elemento.
- *start*, inicia la presentación del elemento.
- *stop*, detiene definitivamente la presentación del elemento (23).

La Fig. 6 muestra el esquema estructural finalizado de la aplicación interactiva para erupciones volcánicas, aquí se observan cada uno de los elementos multimedia, así como los nodos y conectores utilizados para determinar cómo, cuándo y dónde presentar dichos elementos en la pantalla.

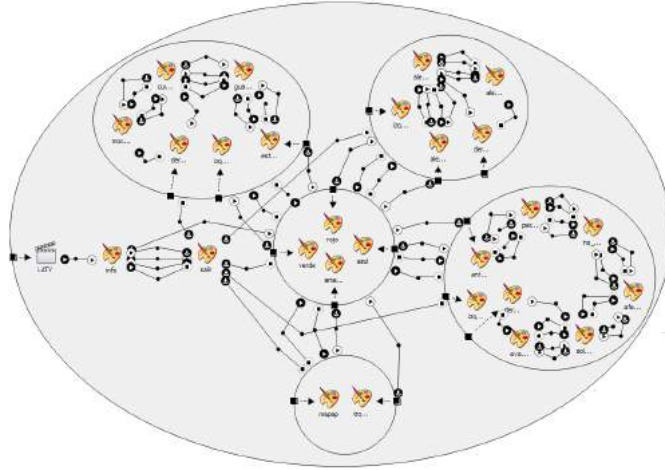


Fig. 6: Esquema estructural de la aplicación interactiva

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Prototipo del Sistema de Alerta Temprana

El prototipo consta de dos computadores portátiles, el primero emite la señal de televisión que contiene la información de las aplicaciones interactivas y el sistema EWBS, mientras que el segundo recibe dicha información y la muestra en su pantalla. Para esto, en el segundo computador debe alojarse el *Set-Top Box* Virtual Ginga-NCL, mismo que debe reproducirse en *VMware Player*.

Se transmite y ejecutan las aplicaciones interactivas y el sistema EWBS para que puedan ser reproducidas por el emulador del receptor ISDB-Tb, para esto se utiliza el comando *launcher.sh* detallando la ubicación del elemento que se desea emitir. La Fig. 7 muestra la aplicación interactiva en el *Set-Top Box* Virtual.



Fig. 7: Visualización de la aplicación interactiva



Las señales EWBS junto con los datos de las aplicaciones interactivas deben emitirse en simultáneo con la programación habitual transmitida. La estación televisiva, encargada de difundir el SAT, procesa el audio y video de la programación de forma independiente y luego las combina para formar un único flujo binario de datos.

La tasa de bits del flujo es bastante elevada, por lo que se aplican modelos de codificación que reducen sustancialmente su tamaño, luego se los agrupa en paquetes denominados *Packet Elementary Streams* (PES). A la carga útil de cada paquete se le adhiere una cabecera, generando los denominados *Transport Streams* (TS), que son flujos de 188 bytes.

Cada flujo TS tiene 184 bytes de información y 4 bytes de cabecera. La Fig. 8 muestra gráficamente el proceso de generación y distribución de los paquetes TS.

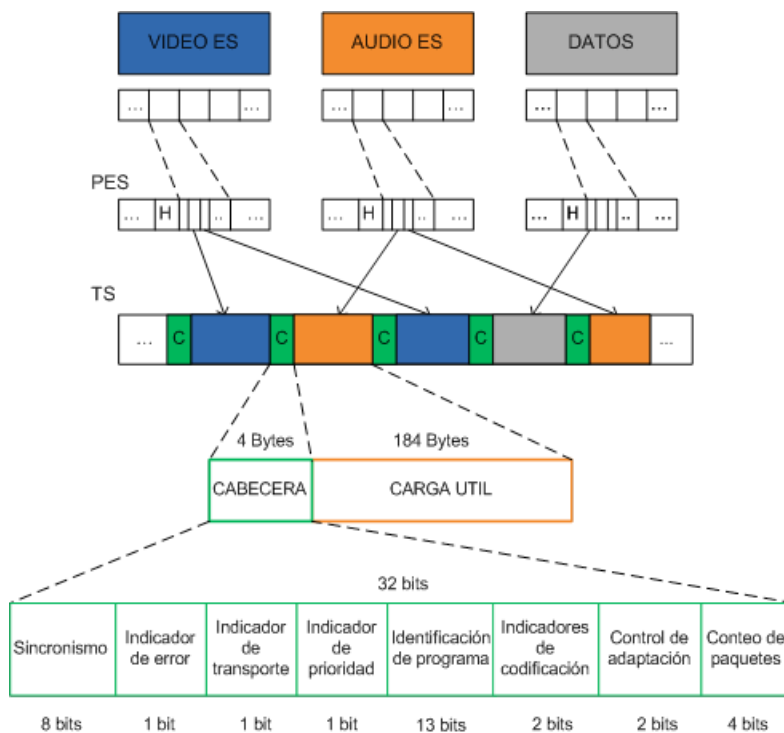


Fig. 8: Conformación de los paquetes TS (Pisciotta N, Liendo C, Lauro R, 2013)

Para la ejecución del sistema EWBS se utilizan secciones que también se transmiten en paquetes de 188 bytes (14), que contienen información adicional de la emergencia y que está organizada en tablas *Program Map Table* (PMT) (22). El receptor realiza la lectura de dicha tabla cuando la identificación de programa toma el valor correspondiente.

La estructura de la Tabla PMT, así como la del descriptor destinado a informar sobre la situación de emergencia es la que se indica en la Fig. 9.

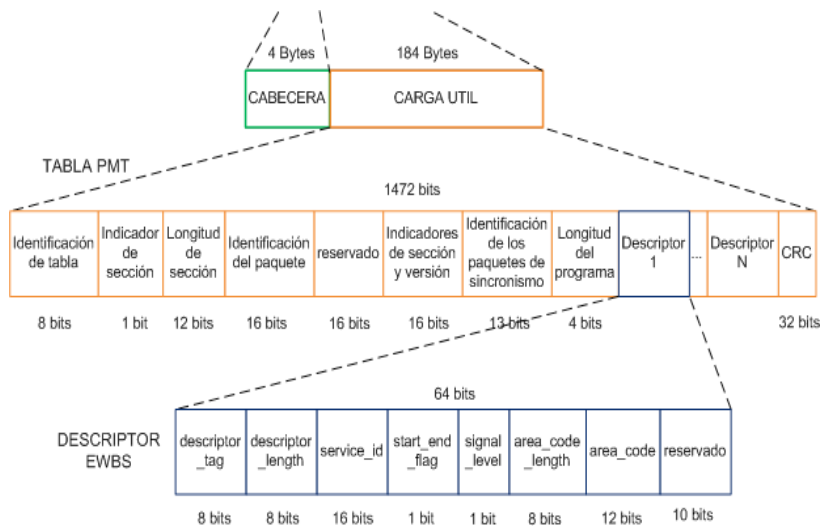


Fig. 9: Estructura del Descriptor EWBS en una tabla PMT (Pisciotta N, Liendo C, Lauro R, 2013)

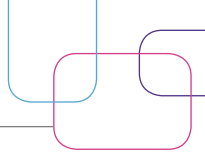
Para el análisis de los resultados se realizó una reunión con representantes de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación y de la Dirección de Comunicación Social de la Secretaría de Gestión de Riesgos – Coordinación Zonal 3, para la presentación del prototipo propuesto. Luego se realizó una entrevista con el Ingeniero Germán Zavala, analista de TIC's y encargado de los Sistemas de Alerta Temprana ante situaciones de emergencia en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza, con el fin de que se realice una valoración del Sistema.

La entrevista estuvo orientada hacia la evaluación de la calidad, interés generado, navegabilidad e influencia ante futuras situaciones de emergencias, del Sistema de Alerta Temprana propuesto.

A continuación se presenta un extracto con las ideas y observaciones más relevantes obtenidas de la entrevista, mismas que fueron tomadas en cuenta para afinar detalles de prototipo presentado.

¿Qué tanto es de su interés el icono de interactividad, al momento que está viendo la televisión? Expresar en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.

“4; debido a que el diseño de los colores y la imagen es el adecuado. Aquí se debe tener en cuenta que la presentación visual es muy importante, ya que los niveles de alerta se basan en colores y se debe dejar de lado colores como el naranja o rojo porque representan niveles de alerta altos”.



¿Cree usted que el contenido del Sistema de Alerta Temprana es claro y comprensible sobre el tema de cómo reaccionar ante erupciones volcánicas y sismos?

“De acuerdo; porque la información proporcionada en la aplicación es de la nuestra, obviamente no se trata de información rígida ya que se actualiza constantemente y nosotros, como ente encargado de manejar los niveles de alerta y de emitir las declaratorias de emergencia, debemos validar la información presentada en la aplicación y luego socializarla”.

¿Cómo evaluaría el Sistema de Alerta Temprana emitido a través de señales de Televisión, en comparación a los que tradicionalmente se han venido utilizando?

“Muy bueno; porque los Sistemas de Alerta Temprana se evalúan en base a tres parámetros: cobertura, nivel de amenaza y población. Al evaluar la cobertura, con la Televisión se cubre prácticamente toda la población. Y el Sistema propuesto presenta casi todos los efectos que puede producir un sismo o una erupción”.

Basado en su experiencia ¿Cree Ud. que el Sistema de Alerta Temprana planteado en este proyecto, influirá en la disminución de daños de futuras situaciones de emergencia como erupciones volcánicas o sismos?

“De acuerdo; porque lamentablemente los daños no se pueden eliminar, se pueden disminuir al máximo siempre y cuando existan fuentes de información. Nosotros como Secretaría de Gestión de Riesgos manejamos capacitaciones, que muchas de las veces tienen poca acogida, pero al poner una aplicación en televisión la información tendría mayor influencia por ser un medio de comunicación masivo”.

Para conocer el grado de aceptación del Sistema de Alerta Temprana, se analizó las respuestas indicadas por el Ingeniero Germán Zavala al cuestionario, mismo que estuvo estructurado en base a una escala Likert de cinco niveles, con intervalos de separación de uno en cada pregunta. Para su valoración se determinó el promedio de las respuestas a las 9 interrogantes, utilizando la expresión:

$$Gc = \frac{PT}{NR} \quad (2)$$

En la que PT representa la Puntuación total del cuestionario y NR el número de reactivos.

Considerando que la puntuación total obtenida fue de 35 y que el número de reactivos es 9, la valoración obtenida fue de 3.88/5, misma que representa una aceptación del 77.78%.

En el artículo titulado Implementación de un Sistema Piloto de Transmisión de Alerta de Emergencia sobre la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, publicado por Dennys Villacres en 2013, se detallan los resultados de algunas pruebas de implementación del Sistema Piloto, estableciendo una base a partir de la cual se podrá adoptar el sistema EWBS en Ecuador. En contraste a esto, en la presente investigación se realiza la propuesta de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana específico para erupciones volcánicas y sismos, mismo que adicional al sistema EWBS también utiliza aplicaciones interactivas destinadas a la prevención. Finalmente, la propuesta se realizó bajo la supervisión de la SGR que es el ente encargado de gestionar todos los Sistemas de Alerta del país, por lo que cumple con todos los parámetros de evaluación y podría ser ya puesto en marcha.

#### 4. Conclusiones

Los Sistemas de Alerta Temprana constituyen una herramienta técnica y tecnológica que no está siendo aprovechada, ya que el 92.4% de la población desconoce su funcionalidad y la manera cómo estos pueden alertar a poblaciones que se encuentran expuestas a algún tipo de riesgo. Es así, que en el caso de una erupción volcánica el nivel de amenaza que supone en los SAT es inferior al de un sismo, debido a los cambios progresivos en los niveles de alerta volcánicas y a que su potencial destructivo está localizado en sitios puntuales; no se puede decir lo mismo de los sismos ya que el Ecuador, al ubicarse sobre la zona de subducción de las placas de Nazca y Continental sudamericana, está expuesta a la ocurrencia intempestiva de sismos con potencial destructivo disperso por todo el país.

El estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-Tb, por su estructura de capas, es idóneo para la emisión del Sistema de Alerta propuesto, la segmentación del ancho de banda que se realiza en la capa de Transmisión permitió la difusión de señales *one-seg* para dispositivos móviles, lo que representa un mayor alcance de la alerta; las capas de Multiplexación y Compresión empaquetan, en los 188 bytes del flujo de transporte, información de la emergencia eruptiva o sísmica; y finalmente, la capa Middleware permitió la adición de las aplicaciones interactivas diseñadas.

Los resultados de la implementación de un prototipo que emule la transmisión de un Sistema de Alerta de Emergencias a través de la señal de TDT fueron satisfactorios debido al diseño, navegabilidad, interés generado e influencia ante futuras erupciones volcánicas y sismos, así como a la recepción en tiempo real de alertas visuales y auditivas de la tecnología EWBS; y finalmente, a que el 49.9% de la muestra analizada registra mayor preferencia por la televisión, que por la radio y el Internet, como medio de comunicación informativo sobre situaciones de emergencia.

Al depender de la existencia de una estación de TDT con el equipamiento necesario para emitir el Sistema de Alerta Temprana y de la ocurrencia de una erupción volcánica o un sismo, la determinación de la influencia en la disminución de daños se la evaluó a través de la presentación del prototipo a representantes de la Secretaría de Gestión de Riesgos; mismo, que bajo el criterio del Ing. Germán Zavala encargado del manejo de los SAT, fue valorado con un 77.78% de aceptación, considerando que el sistema cumple con los parámetros de evaluación necesarios, para que en caso de ser implementado disminuya las pérdidas humanas y materiales.

## Referencias

1. Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la información [Internet]. Quito, Ecuador; 2012 [actualizada en 2015; acceso octubre 2017]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-consolida-liderazgo-a-nivel-internacional-en-materia-de-television-digital-terrestre/>
2. Maskrey A, Cardona O, García A, Los Desastres no son Naturales. 1ra ed. Costa Rica: Red de Estudios Sociales en prevención de Desastres en América latina; 2010.
3. Hall M, Los terremotos del Ecuador del 5 de marzo de 1987. Vol 9. 1ra ed. Quito, Ecuador: Corporación Editorial Nacional; 2000.
4. Secretaría de Gestión de Riesgos. 2016. Informe de situación N° 65 Terremoto 7.8° - Pedernales. Samborondón Ecuador.
5. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El Ecuador: un país con elevada vulnerabilidad. En Tierra Segura [Internet]. 2015 [citado noviembre 2018]; 1-4. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1255b/i1255b02.pdf>
6. Secretaría de Gestión de Riesgos [Internet]. Samborondón, Ecuador; 2010 [actualizada en 2015; acceso octubre 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/erupciones-volcanicas/>
7. Carracedo J, Pérez F, Peligros volcánicos ¿predecibles, prevenibles, mitigables?. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. [Internet]. 2015 [citado febrero 2018]; 5. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/298954/388228>
8. Instituto Geofísico [Internet]. Quito, Ecuador; 2009 [actualizada en 2013; acceso octubre 2017]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.igepon.edu.ec/tungurahua>
9. Barriga F, Historia de los desastres naturales en el Ecuador. 1ra ed. Quito, Ecuador: Academia Nacional de Historia del Ecuador; 2015.
10. Paniagua S, Cruz L, Desastres y emergencias: Prevención, preparación y mitigación. 1ra ed. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica; 2002.
11. UNESCO. 2010. Conceptos y Herramientas sobre Sistemas de Alerta Temprana y Gestión de Riesgos para la Comunidad Educativa. Ministerio de Educación para la elaboración de material educativo en el tema SAT: 3-7.
12. Secretaría de Gestión de Riesgos [Internet]. Samborondón, Ecuador; 2010 [actualizada en 2015; acceso octubre 2017]. 43 páginas. Disponible en: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Normativa-Resolucion-SGR-044-2015.pdf>
13. Cubero M, La televisión Digital. Fundamentos y Teorías. 1ra ed. Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor S.A.; 2009.
14. Pisciotta N, Liendo C, Lauro R, Transmisión de Televisión Digital Terrestre en la Norma ISDB-Tb. 1ra ed. Córdoba, Argentina: Cengage Learning Editores S.A.; 2013.

15. Digital Broadcasting Experts Group [Internet]. Tokio; 2008 [actualizada en 2018; acceso septiembre 2017]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: [https://www.dibeg.org/techp/feature/features\\_of\\_isdb-t.html](https://www.dibeg.org/techp/feature/features_of_isdb-t.html)
16. Comunidad Ginga [Internet]. Brasil; 2007 [actualizada en 2017; acceso noviembre 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.ginga.org.br/>
17. Asociación Brasileña de Normas Técnicas. 2009. ABNT NBR 15606-2: Televisión Digital Terrestre – Ginga-NCL para receptores fijos y móviles: 12-15.
18. TeleMídia PUC – Rio [Internet]. Río de Janeiro, Brasil; 2010 [actualizada en 2016; acceso enero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://ncl-composer-manual.readthedocs.io/en/latest/02-introduction.html>
19. Barba D, Carrión D, Barreno G, El largo camino hacia la Televisión Digital Terrestre. Revista Caribeña de las Ciencias Sociales. [Internet]. 2016 [citado febrero 2018]; 12-16. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/tdt.html>
20. Skaguchi Y, Yoshimi T, Marayuma Y. 2013. Estandarización del Sistema de Alerta de Emergencias EWBS en América Central y Sudamérica. Foro Internacional ISDB-T.
21. Secretaría de Gestión de Riesgos [Internet]. Samborondón, Ecuador; 2010 [actualizada en 2014; acceso noviembre 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/la-television-digital-potenciaria-el-sistema-de-alertas-temprana-sat/>
22. Foro Internacional ISDB-T. 2013. ISDB-T Documento de Armonización, Parte 3: Sistemas de Alerta de Emergencias EWBS: 5- 8.
23. NCL, Nested Context Language [Internet]. Brasil; 2012 [actualizada en septiembre 2014; acceso enero 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://handbook.ncl.org.br/doku.php?id=home>

# DESARROLLO DE UN ALGORITMO DE LA TÉCNICA DE ESPECTRO ENSANCHADO EN MATLAB PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO DEL CANAL DE TRANSMISIÓN EN GPS L1

(DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM IN MATLAB OF SPREAD  
SPECTRUM TECHNIQUE TO EVALUATE THE TRANSMISSION  
CHANNEL PERFORMANCE WITH GPS L1)

Paúl David Moreno Avilés<sup>(1)\*</sup>, Iván Olmedo Armijo Guamán<sup>(1)</sup>,  
Mónica Andrea Zabala Haro<sup>(1)</sup>, Franklin Geovanni Moreno Montenegro<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@esepoch.edu.ec (D. Moreno)

## RESUMEN

El desarrollo y la simulación del algoritmo de la técnica Spread Spectrum en Matlab permite evaluar el rendimiento del canal de transmisión en el GPS L1. GPS tiene los servicios SPS y PPS. El servicio de posición estándar (SPS) opera con la portadora L1 y está modulado por el código Coarse / Adquisición (C / A) a una frecuencia de 1,023 [MHz] que se multiplica por el mensaje de navegación de 50 [bps]. Para evaluar el efecto, los ruidos ambientales, la atenuación y el rendimiento en la transmisión del GPS L1 son necesarios para evaluar en cada canal de transmisión modelos como Rayleigh, Rician y White Gaussian Additive Noise (AWGN). El proceso incluye analizar la estructura de la señal desde la generación hasta la recepción de la señal para finalmente evaluar y establecer el rendimiento del canal en función de los parámetros BER y SNR bajo la implementación de códigos de detección y corrección de errores.

**Palabras claves:** *Espectro Ensanchado, canal, Rayleigh, Rician, AWGN, codificación*

## ABSTRACT

The development and simulation of the algorithm of the Spread Spectrum technique in Matlab allows to evaluate the performance of the transmission channel in GPS L1. GPS has the SPS and PPS services. Standard Position Service (SPS) operates with the L1 carrier and is modulated by the code Coarse / Acquisition (C/A) at a frequency of 1,023 [MHz] which is multiplied with the 50 [bps] navigation message. In order to evaluate the effect environment noises, attenuation and performance in the transmission of GPS L1 is necessary to evaluate in each transmission channel models as Rayleigh, Rician and White Gaussian Additive Noise (AWGN). The process includes the analyze the signal structure from the generation until the reception of the signal to finally evaluate and to establish the performance of the channel based on the BER and the SNR parameters



under the implementation of error detection and correction codes.

**Key words:** *Spread Spectrum, channel, Rayleigh, Rician, AWGN, codification*

## 1. Introducción

El sistema de posicionamiento global (GPS) la constelación está compuesto por 24 satélites dispuestos de tal forma que provea disponibilidad de al menos 4 satélites en cualquier punto de la tierra. Este sistema representa uno de los grandes avances en el campo de las comunicaciones satelitales siendo una de las tecnologías más usadas actualmente, por esta razón la fiabilidad en la información representa un punto importante a considerar. Sus aplicaciones son diversas donde el factor de precisión es fundamental en el posicionamiento de los receptores, ya que la señal de transmisión entre el satélite y el receptor se ve afectada por fuentes de error de origen espacial, atmosférico, multicamino, imprecisiones en las efemérides y las producidas por el reloj del satélite y el receptor (1).

GPS ofrece 2 servicios, Standard Positioning Service (SPS) el cual es de interés en el presente trabajo y se encuentra a disposición de la sociedad civil, opera a la frecuencia  $L_1 = 1575.42$  MHz. Y Precise Positioning Service (PPS) de uso restringido es de uso exclusivo militar y opera la frecuencia  $L_2 = 1227.60$  MHz (2). Para lograr el objetivo establecido existen algoritmos de detección y corrección de errores que se pueden implementar en el canal, que a través de medidas de SNR y BER permite analizar el rendimiento del canal de transmisión, y a esto se le suma la incorporación de la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa (DS-SS) que conforma parte esencial del sistema GPS-L1.

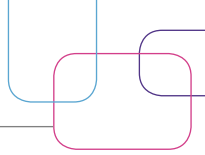
El presente artículo se encuentra clasificado de la siguiente forma. En la sección 2 se mencionan los conceptos teóricos en los cuales se fundamenta la investigación, se detallan los bloques que intervinieron para la simulación del sistema GPS-L1 y los escenarios en los que se van a evaluar el algoritmo, en la sección 3 se muestra el análisis de los resultados en base al rendimiento de los codificadores y de la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa, se realiza además una breve discusión de los resultados obtenidos, y finalmente, las conclusiones establecidas se muestran en la sección 4.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Espectro Ensanchado

El sistema GPS se caracteriza por trabajar con la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa la cual radica en los siguientes principios:

- El ancho de banda de la señal transmitida  $s(t)$  debe ser mucho mayor que el del mensaje  $m(t)$ .



- El ancho de banda relativamente ancho de  $s(t)$  debe ser causa de una forma de onda moduladora independiente  $c(t)$  llamada señal ensanchadora, y el receptor debe conocer esta señal para detectar la señal de mensaje  $m(t)$  (3).

Con esto la señal de espectro ensanchado se describe en la siguiente expresión:

$$s(t) = Re(g_m(t)g_c(t)e^{j\omega ct}) \quad (1)$$

## 2.2 Canales de Transmisión

Se ocuparon tres canales en el presente artículo además de tomar en cuenta el efecto Doppler:

### 2.2.1 Canal Rayleigh

Este tipo de desvanecimiento se da cuando la línea de vista directa que existe entre el transmisor y receptor se ve afectada por elementos que interrumpen el enlace o también porque su nivel es mucho menor que el ruido. La señal que se recibe presenta variaciones rápidas debido a los aportes destructivos y constructivos de las distintas componentes multicamino (4).

El enlace se establece cuando se adicionan todas las contribuciones multicamino, esto permite la existencia de cobertura en el interior de una estructura sin línea de vista directa con el emisor, este comportamiento es representado por la siguiente ecuación:

$$p(r) = \begin{cases} \frac{r}{\sigma^2} e^{\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right)} & 0 \leq r \leq \infty \\ 0 & r < 0 \end{cases} \quad (2)$$

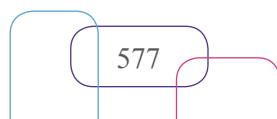
En donde  $r$  es la amplitud del voltaje de la señal en recepción y  $2\sigma^2$  corresponde a la potencia recibida.

### 2.2.2 Canal Rician

Este tipo de canal se caracteriza por ser de baja escala y por influir directamente sobre la onda estacionaria dominante en un escenario en donde existe visión directa en el trayecto que se describe entre el transmisor y receptor (5).

La distribución Rician se basa en la amplitud pico de la onda dominante y su función Bessel de orden cero, esta distribución se describe en base al parámetro  $K$  que simboliza el radio que hay entre la varianza del multicamino y la potencia de la onda lo cual se representa por:

$$K(dB) = 10 \log \frac{A^2}{2\sigma^2} \quad (3)$$



En donde  $A$  simboliza la amplitud de la onda dominante y  $\sigma$  la varianza del multitrayecto.

### 2.2.3 Canal AWGN

El canal AWGN es un canal aleatorio donde se genera una salida modelada por medio de:

$$r_k(t) = s_k(t) + n(t), \quad kT_s < t < (k+t)T_s \quad (4)$$

Donde:  $s_k(t)$  es la señal de entrada al canal en el intervalo de tiempo  $[kT_s ; (k+t)T_s]$  y  $n(t)$  es un proceso aleatorio que representa un ruido ideal denominado blanco gaussiano, conformado por una densidad espectral de potencia constante en todas las frecuencias de valor  $N_0/2$ , con media cero e independiente de la señal de entrada. La señal  $s_k(t)$  se asume que está limitada en frecuencia, con ancho de banda BW y con potencia finita (6).

Cuando la fuente o el receptor se trasladan hacia diferentes puntos, esto provoca una variación en el nivel de la señal recibida y además surge un desplazamiento en la frecuencia de la señal portadora la cual es proporcional a la velocidad del terminal.

Al enviarse por un medio una portadora sin modular a una frecuencia  $f_0$ , la onda que recibe un dispositivo que experimenta un alejamiento de la antena de transmisión a una velocidad  $v$ , está dada por:

$$r(t) = A \cos\left(2\pi f_0 - 2\pi \frac{v}{\lambda} t\right) \quad (5)$$

En donde  $A$  representa la amplitud de la señal portadora,  $f_0$  es la frecuencia de la señal portadora,  $v$  simboliza a la velocidad del dispositivo y  $\lambda$  es la longitud de onda.

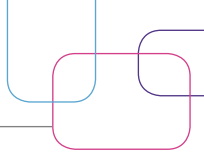
Por lo tanto, el desplazamiento que se da en la frecuencia portadora está dado por la siguiente expresión: (7)

$$f_d = \frac{v}{\lambda} \quad (6)$$

## 2.3 Codificación de Canal

### 2.3.1 Hamming

Este tipo de codificador de bloque posee un conjunto de  $m$  bits de datos, a los cuales se les suma un conjunto de  $k$  bits conocidos como bits de paridad lo cual da como salida un nuevo conjunto de  $n$  bits denominado palabra código. Este codificador lineal cumple la propiedad de que al realizar una suma de un par de



palabras de código en módulo 2 el resultado es una nueva palabra de código que existe en el conjunto que se usa para la codificación de los posibles mensajes.

El codificador Hamming es sistemático puesto que al agregarse bits de paridad no altera la ubicación de los bits que conforman el mensaje, la palabra código  $(n, k)$  puede ser organizada de tal forma que los bits de paridad se mantengan hacia la derecha y los bits de información hacia la izquierda como se observa en la Fig. 1, estos códigos son empleados en la corrección de un solo error por bloque (8).

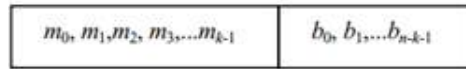


Fig. 1: Distribución de la palabra código

### 2.3.2. Convolutiva

Esta codificación se produce al llevar los bits de información a través de registros de desplazamientos que están formados por dos o más conjunto de derivaciones los cuales se encuentran conectados mediante un sumador módulo 2. El código se forma al tomar los bits resultantes de los sumadores en cada periodo, siendo así que la salida del codificador se produce por la convolución de los bits de entrada con la respuesta al impulso del codificador.

Este tipo de codificador posee una memoria, por ende, su salida depende de gran parte de los eventos anteriores, el número de estados viene dado por:

$$\#estados = m(K - 1) \quad (7)$$

En donde  $m$  es la cantidad de bits que entran en cierto momento y  $K$  es la constante de restricción.

Una de las representaciones que se usan a menudo para representar los cambios de estados en función del tiempo es el diagrama de Trellis Fig. 2, el cual relaciona una cadena de datos de entrada con el código formado en cierto momento (9).

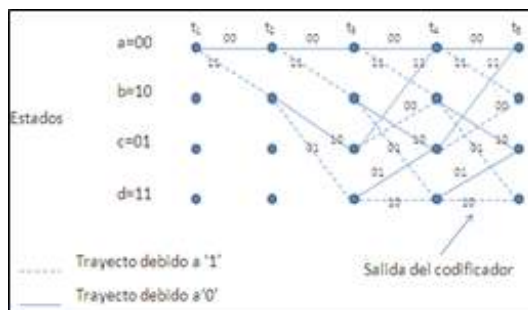
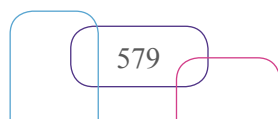


Fig. 2: Distribución de la palabra código



### 2.3.3 Viterbi

Se fundamenta en la máxima verosimilitud y en la propiedad de recursividad del diagrama de Trellis usado en el codificador convolucional, este algoritmo realiza una comparación de la cadena que se recibe en los diferentes instantes con todos los caminos descritos por Trellis, esta comparación señala los caminos, los cuales se los denota como Distancia de Hamming, con ellos se procede a calcular la distancia de Hamming acumulada para los diferentes estados en distintos instantes de tiempo.

Luego de calculada la distancia de Hamming acumulada para los diferentes estados se procede a comparar las pertenecientes a un similar estado, de tal forma que se eliminan las distancias acumuladas de mayor tamaño con el cual queda únicamente un camino para cada estado, este proceso se repite para los tiempos posteriores que después de cierta cantidad de comparaciones y avances en el diagrama de Trellis, los caminos descritos van a converger en un similar origen como se observa en la Fig. 3 de donde se extraen los datos codificados (10).

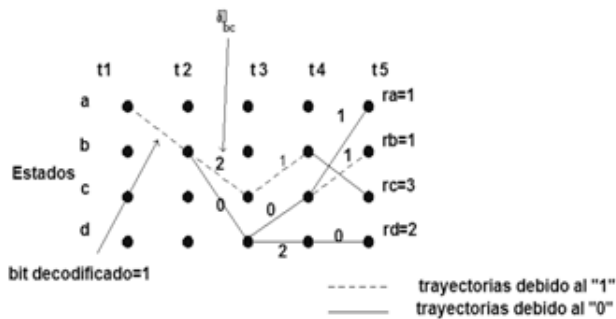


Fig. 3: Distribución de la palabra-código

### 2.3.4 Diferencial

Cuando los datos atraviesan un canal de radiocomunicaciones, la onda presenta una variación al azar es decir los datos son intercambiados. Para eliminar este inconveniente se emplea la codificación diferencial en donde los bits diferenciales se fundamenta en el operador OR exclusivo representado por:

$$e_n = d_n \oplus e_{n-1} \quad (8)$$

En donde  $d_n$  es la entrada actual y  $e_{n-1}$  representa la entrada anterior. En el lado del receptor el proceso de decodificación se produce al llevar una comparación del estado de los bits adyacentes, si el bit que ingresa en el presente posee una similitud con el bit codificado anterior entonces se tiene a la salida un 0 binario, de la misma forma sucede para la decodificación de un 1 binario, la ecuación (9) representa el decodificador (11).

$$\widetilde{d}_n = \widetilde{e}_n \oplus \widetilde{e}_{n-1} \quad (9)$$

En donde  $\widetilde{e}_n$  simboliza la entrada actual en el receptor y  $\widetilde{e}_{n-1}$  es la entrada anterior en el receptor.

## 2.4 Metodología

Para la realización del artículo se desarrollaren tres bloques principales que se muestran en la Fig. 4 los cuales comprenden: transmisor, canal de transmisión y receptor, y donde se desarrollan todos los procesos del algoritmo para la evaluación del canal.

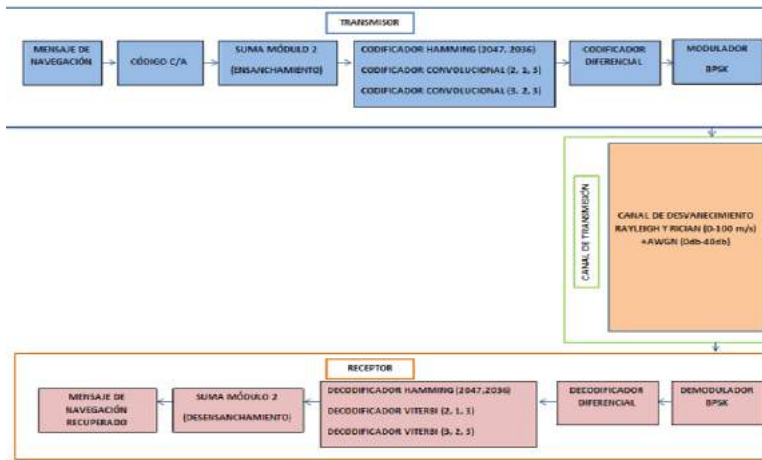


Fig. 4: Diagrama de bloques del sistema GPS L1

### 2.4.1 Mensaje de Navegación

El mensaje de navegación consta de 1500 bits de información divididos en 5 subtramas de 300 bits cada uno, con lo cual se creó un ciclo que genere estos bits aleatorios para luego concatenar los 5 bloques y de esta manera obtener el mensaje de navegación como se observa en la Fig. 5.

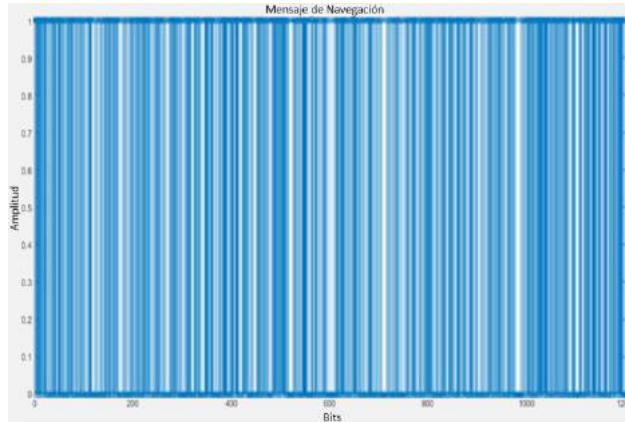


Fig. 5: Mensaje de Navegación

### 2.4.2 Coarse Acquisition (C/A)

Para generar el código C/A que identifica a cada uno de los 24 satélites se procedió a desarrollar el código que represente el diagrama de bloques expuesto en la Fig. 6, en donde inicialmente las salidas G1 y G2 que están compuestas por 10 celdas se pusieron en 1, posteriormente mediante un ciclo que generó los 1023 chips como se aprecia en la Fig. 7 se realizaron los desplazamientos respectivos de las celdas, tomando en cuenta la fase correspondiente entre S1 y S2 que identifica a cada satélite.

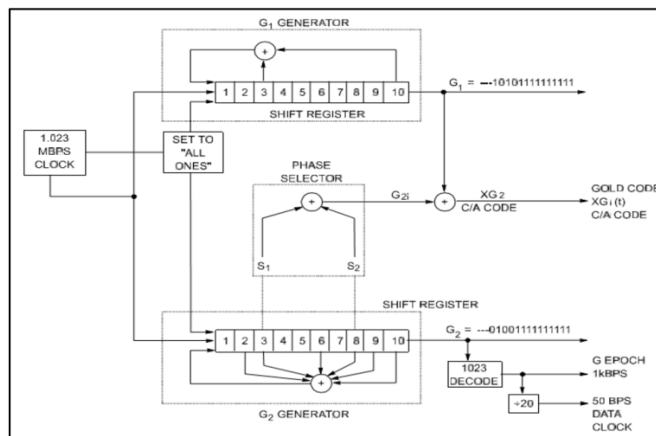


Fig. 6: Diagrama de bloques del código C/A



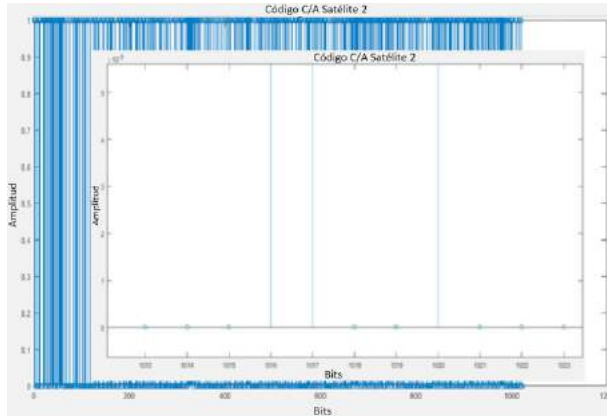


Fig. 7: Código C/A correspondiente al satélite 2

### 2.4.3 Ensanchamiento

Para aplicar la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa se tomó en cuenta las frecuencias respectivas a las que funcionan el mensaje de navegación y el código C/A, 50 Hz y 1023 MHz respectivamente esto indica que al relacionar los períodos de cada uno de éstos expuestos en las ecuaciones (10) y (11), se tiene que a cada bit del mensaje de navegación le corresponde 20 códigos C/A completos, en otras palabras, le pertenece un total de 20460 chips como se aprecia en la Fig. 8.

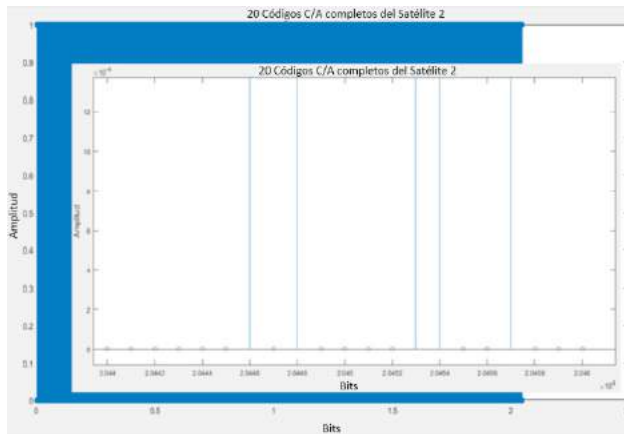


Fig. 8: 20 Código C/A PRN 2

$$T_b = \frac{1}{50\text{Hz}} = 20\text{ms} \quad (10)$$

$$T_c = \frac{1}{1023\text{MHz}} = 0,977\mu\text{s} \quad (11)$$

$$T_{C/A} \approx 1\mu\text{s} \times 1023\text{chips} = 1\text{ms} \quad (12)$$

Donde  $T_b$  es el periodo de bits del mensaje,  $T_C$  es el periodo de chips y  $T_{C/A}$  es el periodo del código C/A

Para llevar a cabo el proceso de ensanchamiento se tomó en cuenta la emisión de trenes de 2 bits cada uno de tal manera que para completar el envío de los 1500 bits de información se realizó un ciclo correspondiente a 750 veces, esto se lo hizo debido a la cantidad de muestras que implica enviar un solo bit del mensaje de navegación.

La técnica de espectro ensanchado por secuencia directa consiste en realizar la suma módulo 2 (operador XOR) entre los bits de información y el código C/A para hacer esto cada bit del mensaje se ajustó a los códigos C/A que le corresponde es decir se generó un ciclo que expanda el bit hasta tener los 20460 chips que representa un bit de información y como se procedió a enviar dos bits resultan 40920 chips en total, Fig. 9. De esta forma se pudo finalmente realizar la suma antes mencionada, lo cual se muestra en la Fig. 10.

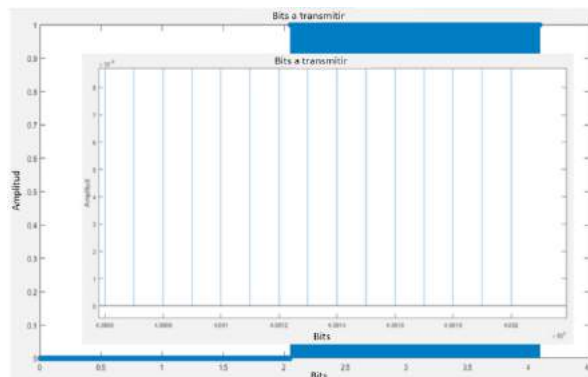


Fig. 9: Bits del mensaje de navegación acondicionado al código C/A

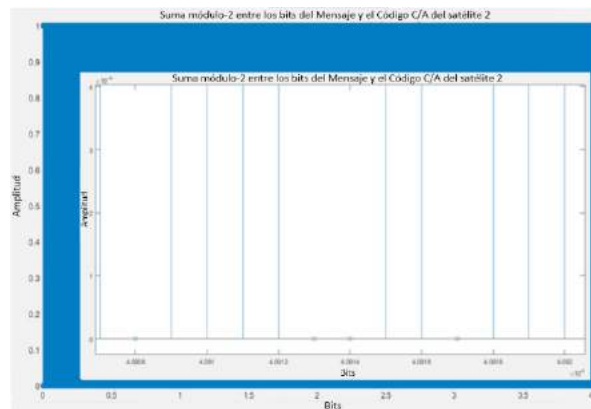


Fig. 10: Suma modulo-2 entre los bits de navegación y el código C/A

#### 2.4.4 Codificación de Canal

La codificación de canal eleva el rendimiento del sistema al añadir más resistencia de la señal frente a los diversos tipos de degradaciones como lo son el causado por el ruido atmosférico, la propagación multitrayectoria y el desvanecimiento de la señal. Una de las técnicas para la detección y corrección de errores es Hamming, en esta investigación se utilizó Hamming (2047, 2036) en el cual al ser lineal se toman bloques de  $n=2036$  bits y por cada uno de ellos se agregan 11 bits de redundancia o paridad obteniendo  $k=2047$  bits como se observa en la Fig. 11. De esta forma se protegen los bits de información contra el deterioro.

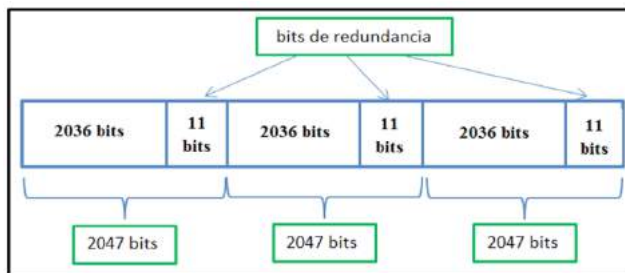


Fig. 11: Estructura de los datos codificados en Hamming

Un total de 40920 bits se dispusieron a ser codificados, por lo cual se obtienen una cantidad total de 41151 bits, a partir de esta cifra los demás son bits de relleno como se aprecia en la Fig. 12. Esta codificación se la realizó usando la función de Matlab `encode (bits,n,k,'hamming/binary')`.

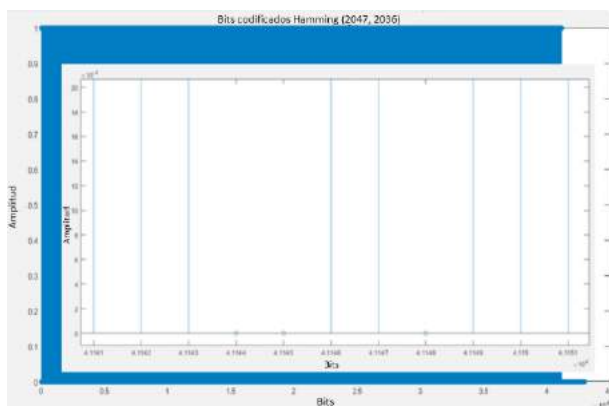


Fig. 12: Bits codificados en Hamming (2047, 2036)

Para realizar un análisis completo también se implementó el codificador *convolucional* (2, 1, 3) es decir usando una tasa de codificación de 1/2 lo que implica que

por cada bit que ingresa se tiene a la salida dos bits codificados como se observa en la Fig. 13. La codificación se llevó a cabo con la ayuda del diagrama Trellis obtenido de la función *poly2trellis* (longitud de restricción, polinomios generadores) el cual al aplicarlo con la función de Matlab *convenc(bits a codificar, trellis)* se obtuvieron finalmente los 81840 bits codificados.

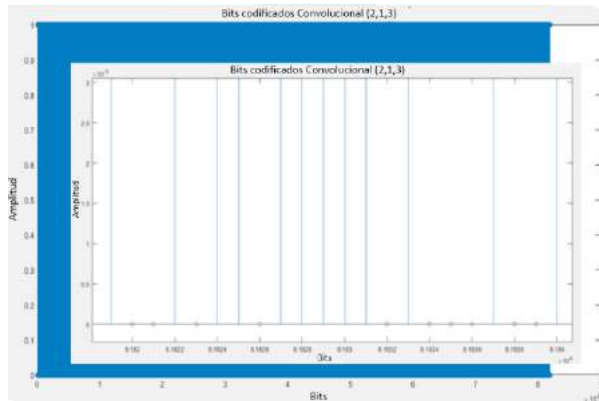


Fig. 13: Bits codificados en Convolutacional (2,1,3)

De manera similar se realizó la codificación *convolutacional (3, 2, 3)* a una tasa de codificación 2/3 teniendo a la salida tres bits codificados por cada dos bits a la entrada obteniéndose finalmente 61380 bits codificados como se muestra en la Fig. 14.

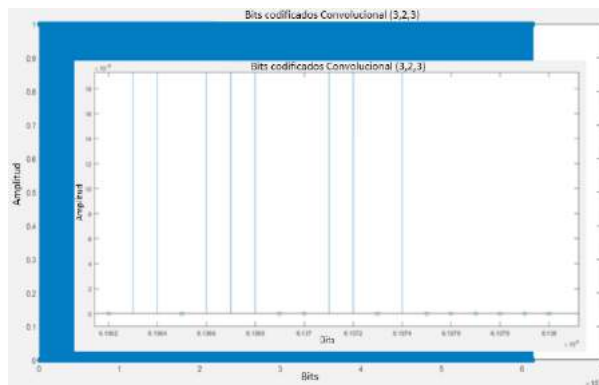
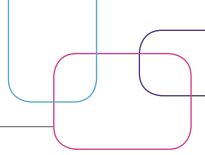


Fig. 14: Bits codificados en Convolutacional (3,2,3)

### 2.4.5 Codificación Diferencial

Al enviar la información a través de un canal de transmisión con desvanecimiento tipo Rayleigh o Rician la señal puede ser invertida sin intención, como un método de solución se aplica el codificador diferencial lo cual no afecta en la



detección de los datos como se observa en la Fig. 15, esto se lo realiza en los tres sistemas en los que se aplicaron los codificadores de canal.

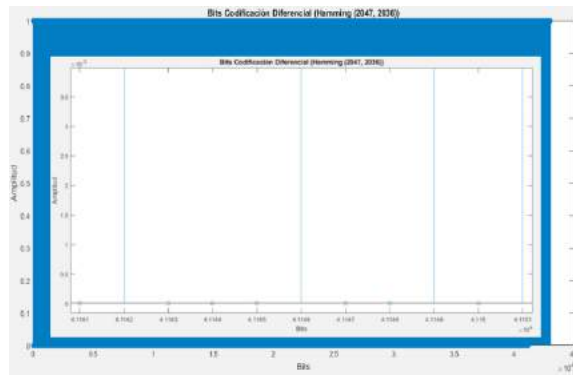


Fig. 15: Codificación diferencial aplicada al sistema con Hamming (2047, 2036)

#### 2.4.6 Modulación BPSK

El sistema GPS L1 se caracteriza por usar la modulación BPSK en donde se varía la fase de la señal portadora 180 grados. Para efectuar la modulación BPSK inicialmente se genera la señal portadora (Fig. 16) que va a llevar la información, esta se caracteriza por ser una onda cosenoidal con una amplitud de 5 voltios y una frecuencia de 1575.42 MHz por ende se necesita muestrear dicha señal con lo cual al aplicar el teorema de Nyquist-Shannon en donde como mínimo requisito se debe tener el doble de la frecuencia de la señal portadora para un correcto muestreo de la señal resultando 3150.84 MHz. Para realizar el proceso de modulación se toma como base el diagrama de bloques de la Fig. 17 en donde los bits provenientes de la codificación diferencial aplicado a los diferentes sistemas se transforman en niveles de -1 y +1 mediante el uso de un codificador polar NRZ para su posterior producto con la señal portadora como se aprecia en la Fig. 18 y Fig. 19.

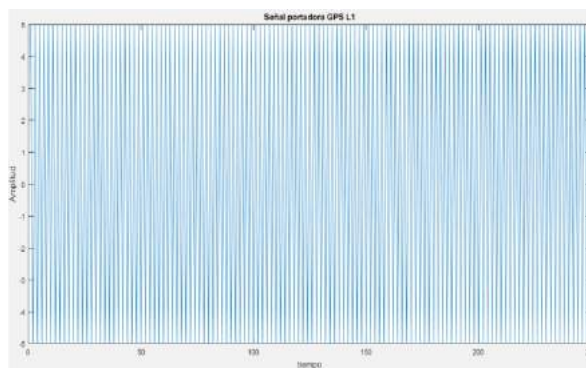


Fig. 16: Señal portadora L1

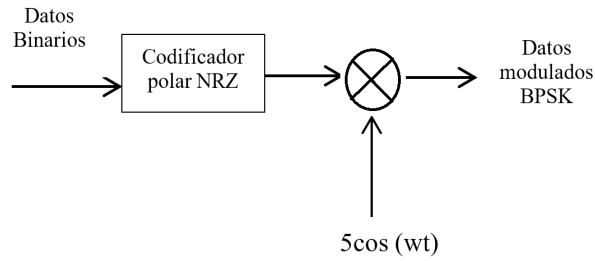


Fig. 17: Modulación BPSK con el uso de un codificador polar NRZ

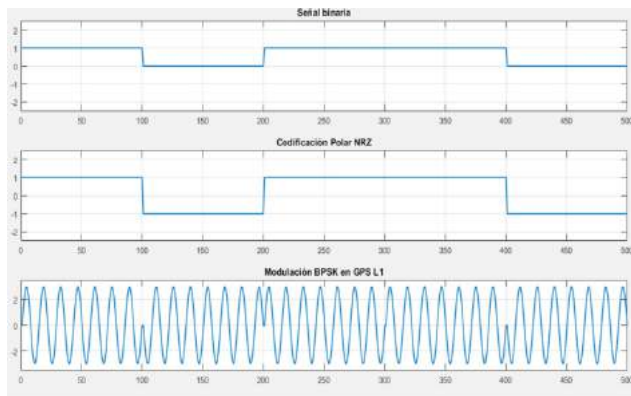


Fig. 18: Simulación BPSK NRZ

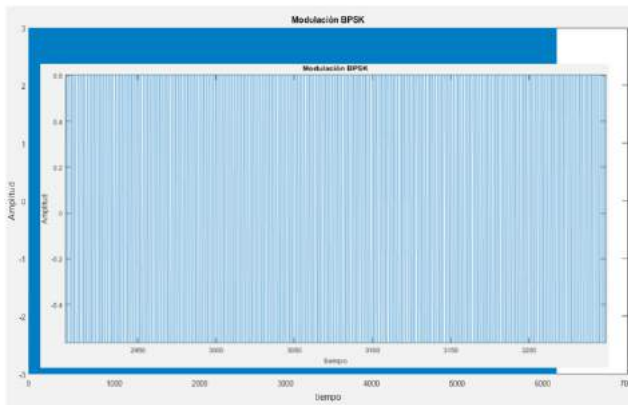


Fig. 19: Modulación BPSK en sistema GPS L1

#### 2.4.7 Canales de Transmisión

Para la implementación de los canales Rayleigh y Rician se crearon los objetos que representan dichos canales a través del uso de la función *rayleighchan* y *ri-*

*cianchan* en donde se toma en cuenta el efecto Doppler calculada en la ecuación (12) esta se produce por la variación de velocidad existente en el receptor (0-100 m/s) dando como resultado la tabla I, para que la señal atraviese estos canales se usó la función filter.

Velocidad del Rx (m/s)	Frecuencia Doppler (Hz)
0	0
10	52.51
20	105.03
30	157.54
40	210.06
50	262.57
60	315.08
70	367.60
80	420.11
90	472.63
100	525.14

Tabla 1: Niveles de SNR para evaluar el canal de transmisión

$$f_d = f_c \times \frac{V_{rx}}{c} \quad (13)$$

En donde  $f_c$  representa la frecuencia de la señal portadora,  $V_{rx}$  es la velocidad del receptor y  $c$  corresponde a la velocidad de la luz.

Dentro de los canales a implementarse se generó un canal AWGN el cual es comúnmente utilizado para este tipo de casos utilizando los niveles de SNR mostrados en la tabla II, el desarrollo de este canal se lo hizo directamente con la función *awgn(signal in, level SNR)* resultando la Fig. 20.

SNR (dB)	SNR (lineal)
0	1
2	1.59
4	2.51
6	3.98
8	6.31
10	10
12	15.85
14	25.12
16	39.81
18	63.10
20	100
22	158.49
24	251.19
26	398.11
28	630.96
30	1000
32	1584.90
34	2511.90
36	3981.10
38	6309.60
40	10000

Tabla 2: Niveles de SNR para evaluar el canal de transmisión



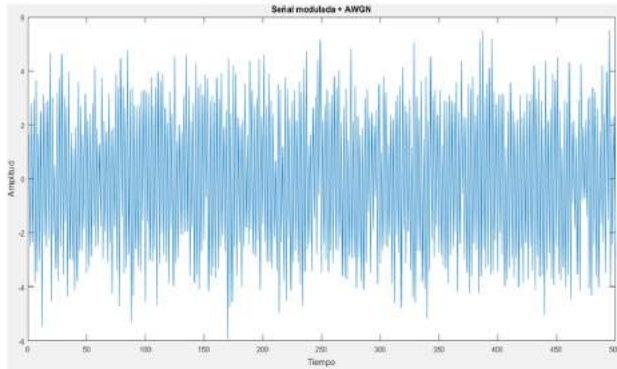


Fig. 20: Sistema con un canal AWGN

### 2.4.8 Demodulación BPSK

Luego de realizar el envío de la información a través de los diferentes canales se procede a ejecutar el proceso inverso comenzando con la demodulación expuesta en el diagrama de bloques de la Fig. 21, en esta se emplea el método coherente en el cual la señal recibida se multiplica por una réplica de la onda portadora sincronizada en frecuencia y en fase, con lo cual desde una perspectiva matemática, la señal que ingresa al receptor al multiplicarla por la señal replica local (Fig. 22) se tendrá como resultado componentes espectrales de banda base y en el doble de la frecuencia portadora, las cuales pueden eliminarse mediante un filtro pasabajo.

Con la parte real de la señal compleja obtenida, se procede a aplicar un umbral de recepción de tal manera que se distinguen los bits que corresponden a un “1” y un “0” como se muestra en la Fig. 23.

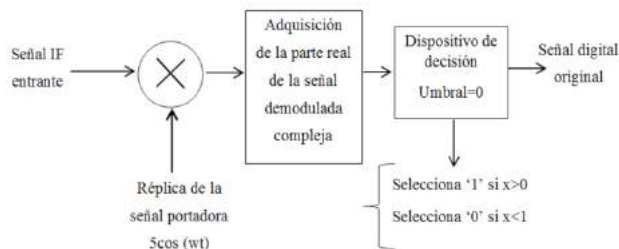


Fig. 21: Diagrama de bloques del proceso de demodulación

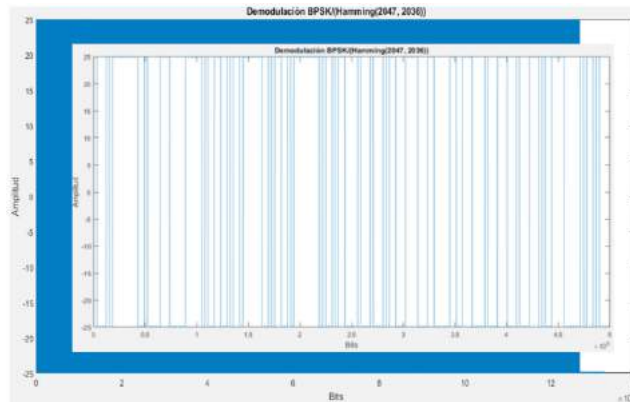
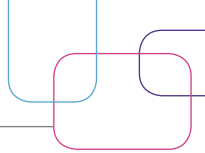


Fig. 22: Señal demodulada en el sistema con Hamming (2047, 2036)

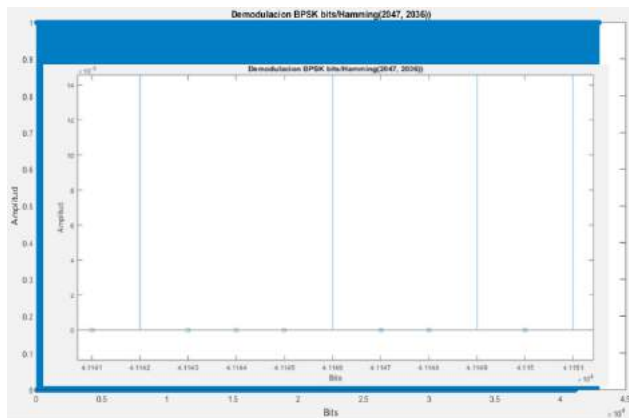


Fig. 23: Recuperación de bits aplicado al sistema con Hamming (2047, 2036)

### 2.4.9 Decodificación Diferencial

Para recuperar la señal binaria correctamente se procede a decodificar de forma diferencial la señal previamente codificada en el transmisor este proceso se lo realiza debido a los cambios involuntarios producidos en un canal de transmisión, esta técnica consiste en comparar con el uso del operador  $XOR$  los bits adyacentes de tal forma que se determina cuando corresponde a un bit “1” y caso contrario a un “0” binario como se muestra en la Fig. 24.

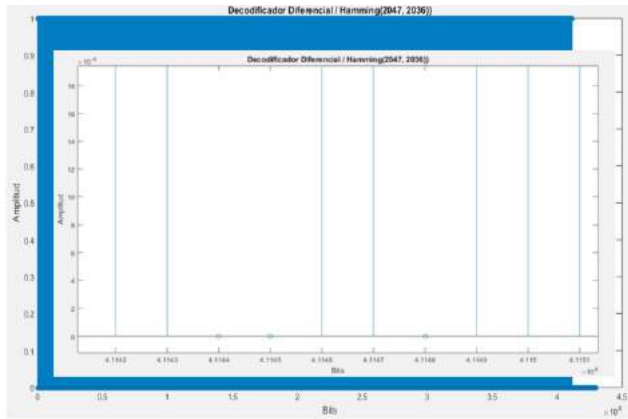


Fig. 24: Decodificación diferencial en el sistema con Hamming (2047, 2036)

#### 2.4.10 Decodificación de Canal

Los bits recuperados correctamente tras el proceso de decodificación diferencial son sometidos a los decodificadores respectivos a usar de tal manera que se corrijan errores con lo que se consigue un mejor rendimiento del sistema. Para la realización de este proceso en el caso de Hamming se usó la función *decode(señal binaria, n, k, 'hamming')* usándose los mismo parámetros iniciales utilizados en el transmisor resultando la Fig. 25.

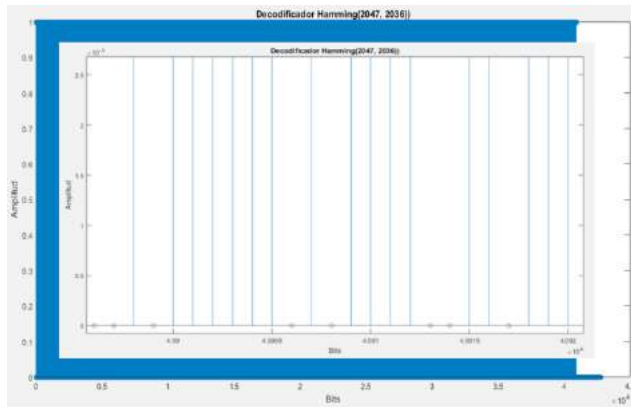


Fig. 25: Decodificación Hamming (2047, 2036)

Para realizar el proceso de decodificación en los sistemas con codificación convolucional a una tasa de 1/2 y 2/3 se procedió a usar el mismo diagrama de Trellis empleado en el transmisor, aplicándolo en el método Viterbi con la función de Matlab *vitdec (bits a decodificar, trellis, 2, 'trunc', 'hard')* obteniéndose la Fig. 26.

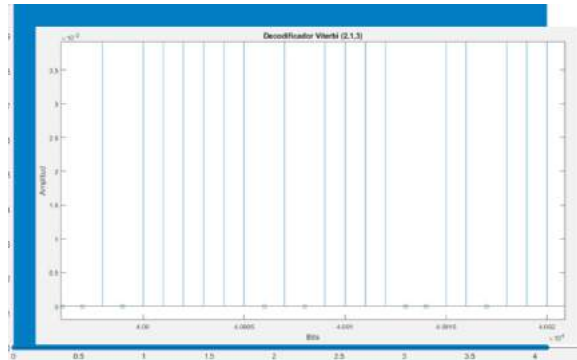


Fig. 26: Decodificación Viterbi (2,1,3)

### 2.4.11 Desensanchamiento

Al utilizar la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa los bits de información se mezclaron previamente con los códigos C/A los cuales funcionan a una mayor frecuencia, para recuperar los bits que conforman el mensaje de navegación original se procede a realizar la suma módulo-2 de la señal demodulada con una réplica local del código C/A generada por el receptor Ver Fig. 27, de tal forma que solo se puede recuperar correctamente los bits de navegación si el código C/A es el mismo que se usó para realizar la transmisión desde el satélite esto se aprecia en la Fig. 28.

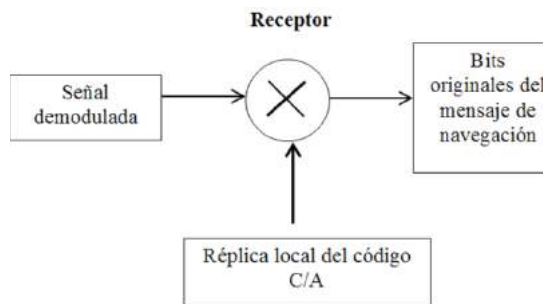


Fig. 27: Diagrama de bloques del desensanchamiento de los bits de información

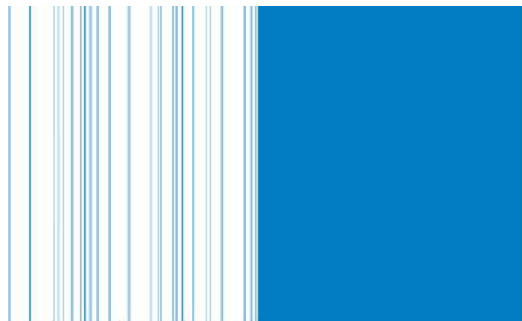


Fig. 28: Desensanchamiento de los bits de información con los códigos C/A

Finalmente se procede a recuperar los bits que se enviaron originalmente tomando en cuenta que los 20460 bits iniciales corresponden al primer bit y desde este límite hasta los 40920 bits corresponden al segundo bit, que al realizar el proceso respectivo se convierten únicamente en los dos bits originales enviados desde el satélite GPS respectivo como se aprecia en la Fig. 29.

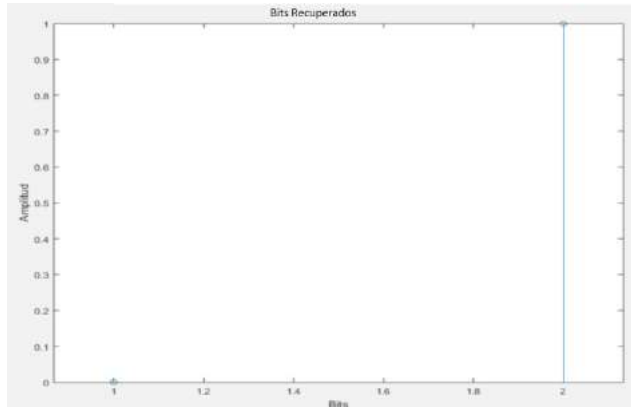


Fig. 29: Bits originales recuperados

El proceso se realizó hasta completar el mensaje es decir se envió y recibió 750 veces para completar los 1500 bits correspondientes al mensaje de navegación como se observa en la Fig. 30.

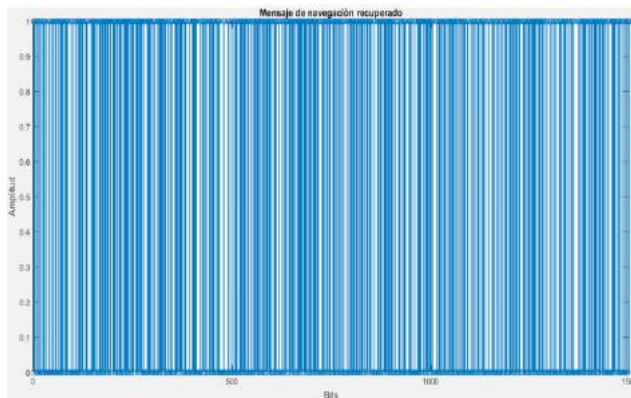
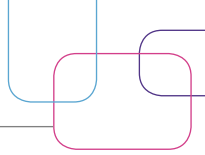


Fig. 30: Mensaje de navegación completo recuperado

## 2.5 Escenarios de Simulación

La señal de GPS L1 se simuló en el software Matlab bajo los siguientes parámetros de funcionamiento:



## Sistema de Navegación (GPS)

- Satélites: 32 satélites GPS
- Frecuencia L1: 1575.42 MHz
- Mensaje navegación: 50 Hz.
- C/A: 1.023 MHz

## Espectro ensanchado por secuencia directa

- PRN: 1023 chips por cada satélite a una frecuencia de 1.023 MHz.
- Bits de información: 1500 bits a 50 Hz.

## Canales de transmisión

- Rayleigh: Se evalúa tomando en cuenta el movimiento del receptor simulándose el efecto Doppler para un solo rayo con este tipo de desvanecimiento.
- Rician: Se evalúa con el receptor en movimiento dándose lugar el efecto Doppler para un solo rayo con el desvanecimiento propio de este canal.
- Velocidades del receptor: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 m/s
- AWGN: Se genera varios niveles de SNR para la evaluación del rendimiento del canal.
- SNR: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 dB

## Codificaciones de canal

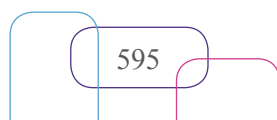
- Hamming:  $n = 2047$ ;  $k = 2036$
- Convolutiva 1/2:  $n = 2$ ;  $k = 1$ ;  $m = 3$
- Convolutiva 2/3:  $n = 3$ ;  $k = 2$ ;  $m = 3$

## 3. Resultados y Discusión

Para el análisis de resultados se lo hizo en dos partes, la primera corresponde a la técnica de espectro ensanchado implementado en este sistema y la segunda parte corresponde al rendimiento del canal con los codificadores mencionados anteriormente.

### 3.1 Espectro ensanchado por secuencia directa

El análisis de esta técnica comienza con los espectros generados por las dos partes que intervienen en el sistema GPS L1, el primero corresponde al mensaje de navegación Fig. 31 en el cual se observa que sus pasos por cero se presentan cada 50Hz dando como resultado en su lóbulo principal un ancho de banda de 100Hz.



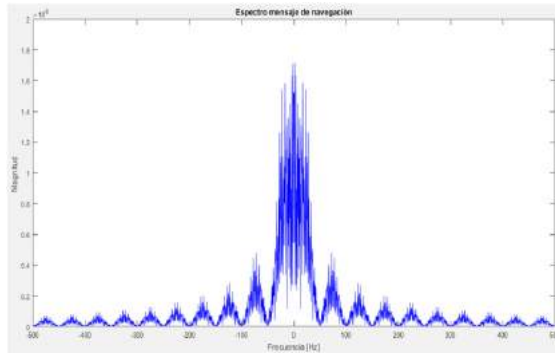


Fig. 31: Espectro del mensaje de navegación

Mientras que el código C/A presenta un comportamiento en donde los ceros se puntualizan aproximadamente cada 1MHz dando como resultado un ancho de banda de 2MHz en su lóbulo principal, como se muestra en la Fig. 32.

Al aplicar la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa se demuestra básicamente que los bits del mensaje de información toman las características del código C/A (Fig. 33) presentando un ancho de banda de 2MHz lo que demuestra que al presentarse un  $T_b \gg T_c$  (tiempo de bit mucho mayor que el tiempo de chip) se genera una expansión del ancho de banda de la señal con lo cual también se disminuye la densidad espectral de potencia como se observa en las Fig. 34 y Fig. 35, además esta técnica genera una ganancia de procesamiento expresado en la ecuación (14).

$$G_p(dB) = 10 \log_{10} \frac{T_b}{T_c} = 43 dB \quad (14)$$

En donde  $T_b$  representa el periodo propio de los bits del mensaje de navegación y  $T_c$  es el período de chip del código C/A.

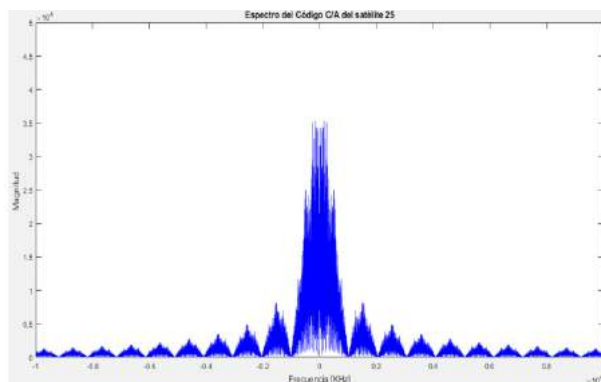


Fig. 32: Espectro del código C/A



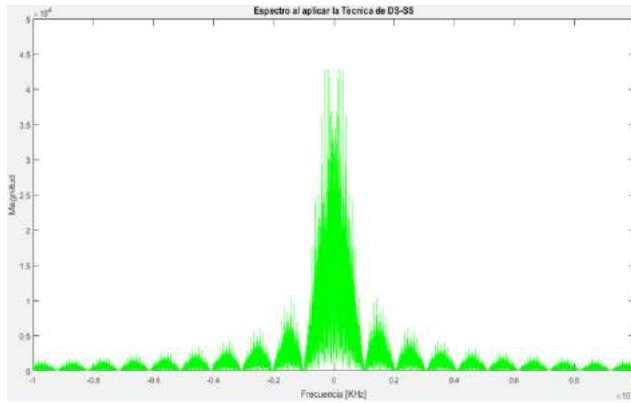
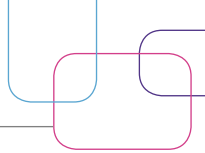


Fig. 33: Espectro en magnitud del resultado de aplicar DS-SS

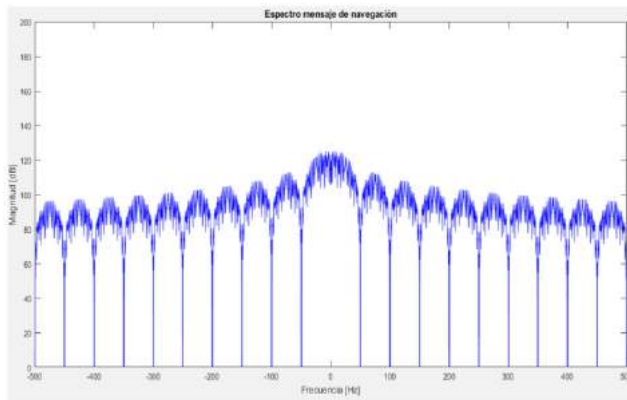


Fig. 34: Espectro en dB del mensaje de navegación

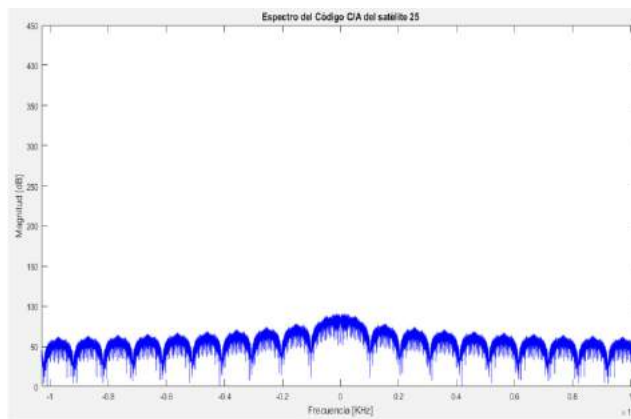
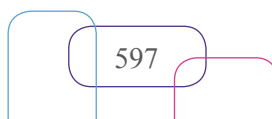


Fig. 35: Espectro en dB del código C/A



### 3.2 Rendimiento del canal de transmisión con la implementación del codificador a diferentes velocidades

Los tres codificadores implementados presentan los siguientes comportamientos al variar la velocidad del receptor, en las Fig. 36, Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39, Fig. 40 y Fig. 41 se observan la relación entre el BER y SNR (AWGN) con los diferentes codificadores para el canal Rayleigh mientras que las Fig. 42, Fig. 43 Fig. 44, Fig. 45 y Fig. 46 muestran la relación entre el BER y SNR (AWGN) para el canal Rician.

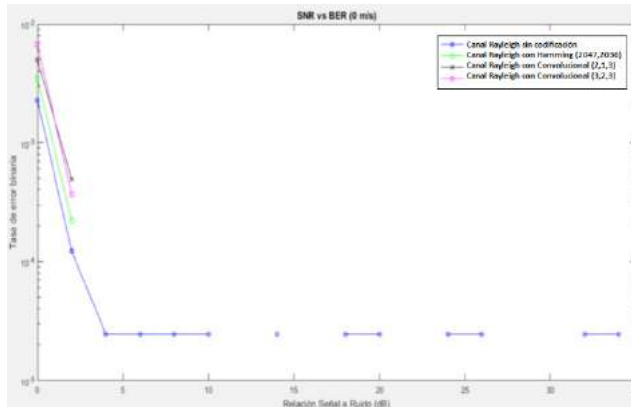


Fig. 36: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor estacionario en un canal Rayleigh

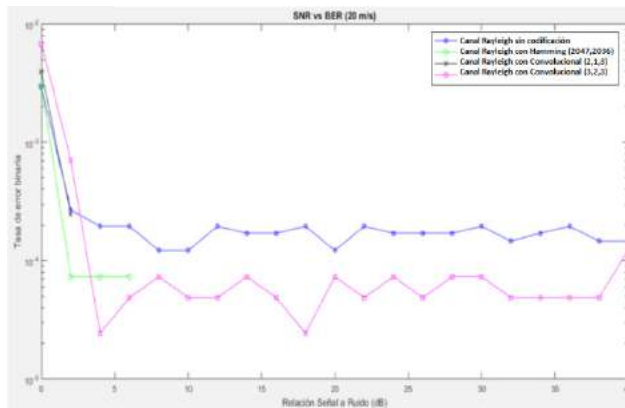


Fig. 37: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 20 m/s en un canal Rayleigh

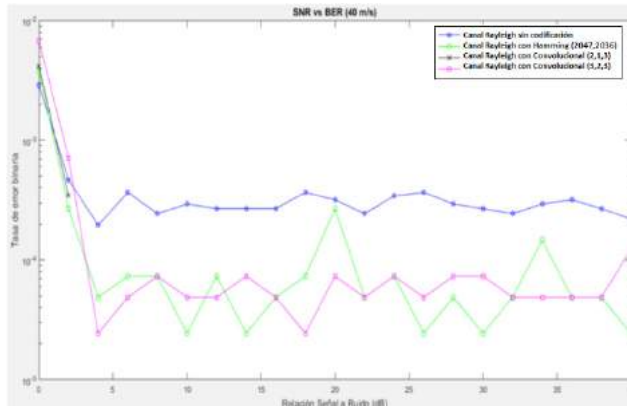
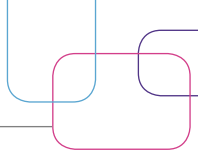


Fig. 38: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 40 m/s en un canal Rayleigh

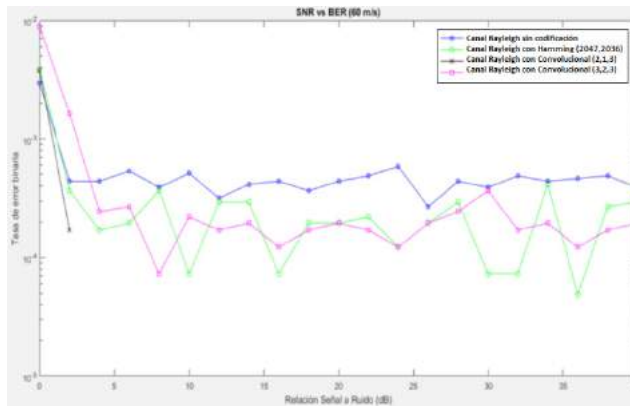


Fig. 39: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 60 m/s en un canal Rayleigh

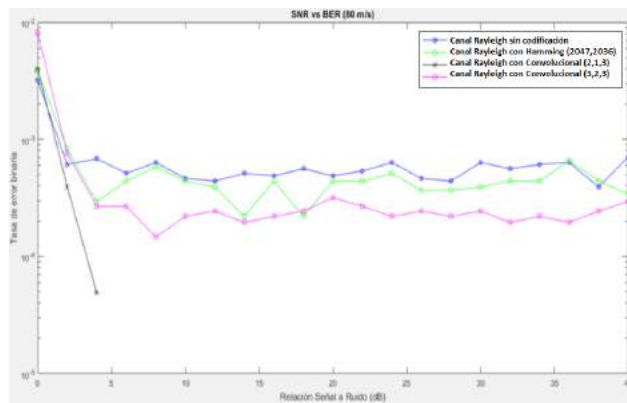
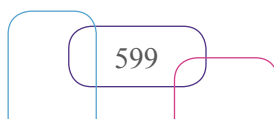


Fig. 40: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 80 m/s en un canal Rayleigh



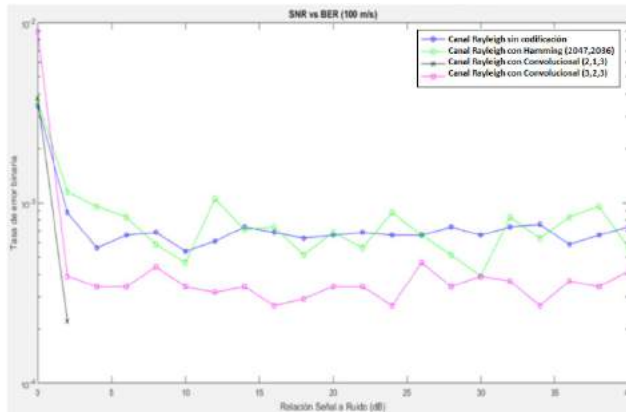


Fig. 41: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 100 m/s en un canal Rayleigh

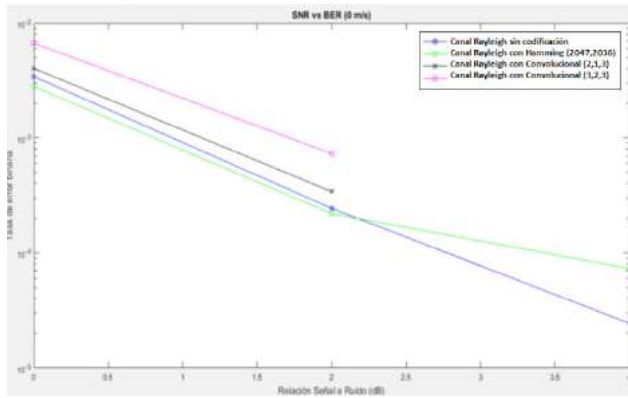


Fig. 42: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor estacionario en un canal Rician

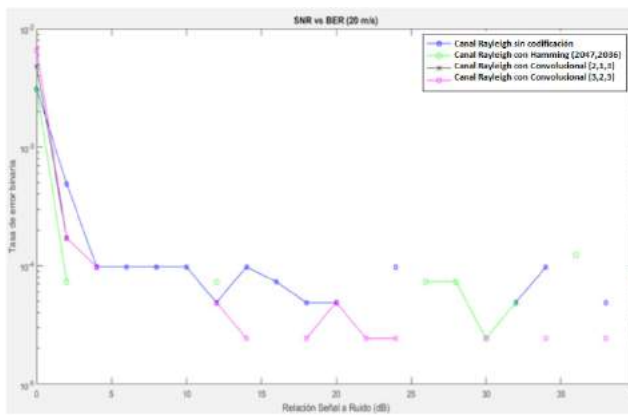


Fig. 43: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 20 m/s en un canal Rician

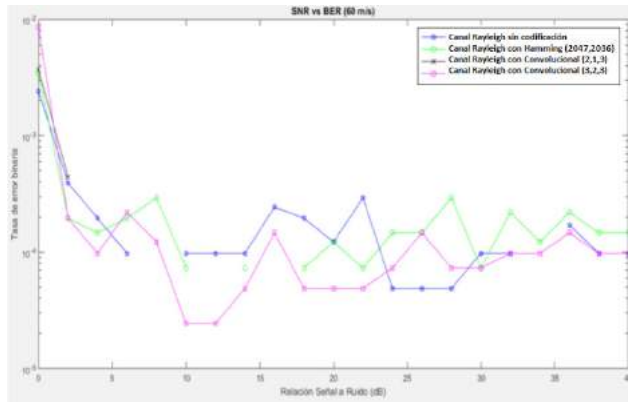
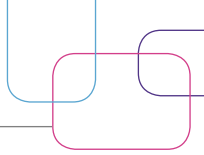


Fig. 44: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 60 m/s en un canal Rician

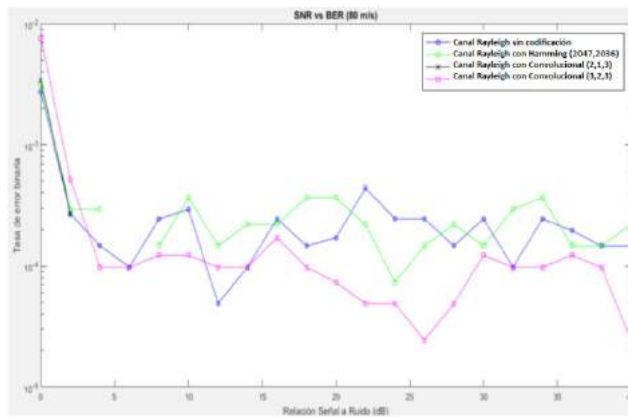


Fig. 45: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 80 m/s en un canal Rician

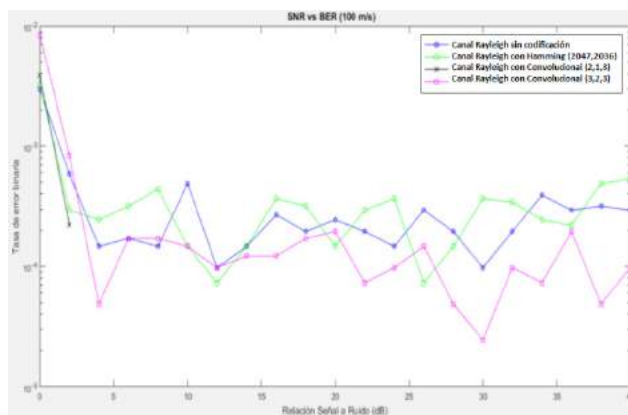
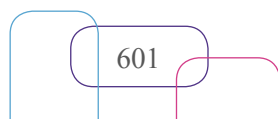


Fig. 46: SNR vs BER con y sin codificación, con un receptor a 100 m/s en un canal Rician



## 4. Conclusiones

De los tres algoritmos de detección y corrección de errores implementados, el que representa una mayor fiabilidad y robustez en este tipo de sistema es el convolucional (2,1,3) a una tasa de 1/2 que demostró que a partir de los 4 [dB] en la relación señal a ruido corrige los errores de forma eficaz en comparación a los otros dos implementados.

Se determinó que la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa (DS-SS) aplicado en el sistema GPS L1, disminuyó de forma considerable la densidad espectral de potencia en comparación a la que se obtuvo con la información original, esto se produjo a expensas de un requerimiento del ancho de banda de 2MHz.

La técnica implementada permite usar diferentes códigos de ensanchamiento lo que significa la utilización óptima del espectro de frecuencias y la correcta manera de compartir el limitado medio de transmisión, esto cumple con los requerimientos de las comunicaciones actuales en donde la seguridad de la información y el ancho de banda representan una gran importancia.

La técnica de DS-SS permitió que la información transmitida sea más robusta debido a la ganancia de procesamiento de 43 [dB] lo que implica protección ante diferentes tipos de interferencias (canal adyacente, cocanal, multitrayecto, etc.), además la información se encuentra reservada por un código que solo lo conoce el transmisor y el receptor.

La frecuencia L1 utilizada en este sistema significó un gran número de muestras a procesar en Matlab lo cual representa un elevado tiempo de procesamiento, resultando así el envío de trenes de dos bits hasta que se completó el mensaje de navegación.

## Referencias

1. Pachas Raquel. Posicionamiento estático diferencial: errores y postproceso. Academia, 2010, vol. 9, no 17, pp. 5-19.
2. Kaplan, Elliott D.; Hegarty, Christopher J. Understanding GPS Principles and Applications. 2ª ed. Boston: Norwood Artech House. 2006. p. 4
3. Couch, León W. Sistemas de comunicación digitales y analógicos. México-Monterrey: Pearson Educación, 2008, pp.372-375.
4. Sklar, Bernard. Rayleigh fading channels in mobile digital communication systems. I. Characterization. IEEE Communications magazine [en línea], 1997, United States vol. 35, no 9, p. 93. [Consulta: 5 marzo 2017]. ISSN 163-6804. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/601747/>
5. Monclou, Alex; et al. Aplicación de modelos markovianos en sistemas de comunicación móvil celular GSM900.Sistemas y Telemática [en línea], 2003, Colombia. pp. 42-43. [Consulta: 27 febrero 2017]. Disponible en: <http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/amonclou-jmantilla-anavarro-rcamerano-modelosmercovianos.pdf>

6. Zambrano, Camilo Torres; Rueda, Carlos Iván Páez. Análisis de un sistema de comunicaciones afectado por los desvanecimientos plano y lento tipo Rayleigh. Ingeniería y Universidad, 2008, vol. 12, no 1, p. 33-55.
7. Sallent, Oriol; et al. Principios de comunicaciones móviles. Barcelona-España: Univ. Politécnica de Catalunya, 2003, pp. 63-64.
8. Alvarado, Raúl. Códigos para detención y corrección de errores en comunicaciones digitales. cienciauanl [en línea], 2004, México vol. 7, no 25, pp. 52-54. [Consulta: 10 febrero 2017]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/10151/1/25codigos.pdf>
9. Luna, Alberto; et al. IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE LA ETAPA DE CODIFICACION DE CANAL DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES. Congreso Internacional en Ingeniería Electrónica, Mem. Electro [en línea], 2014, México- Chihuahua Vol. 36, pp. 301-305. [Consulta: 10 febrero 2017]. Disponible en: <http://depi.itchihuahua.edu.mx/display/memoriaselectro/MemoriaElectro2014ISSN1405 - 2172>
10. Luna, Alberto; et al. Uso de Matlab para la Síntesis en Lenguaje VHDL de Decodificadores Viterbi. DIFU100ci@[en línea], 2013, Mexico-Ensenada vol. 7, no 2, p. 84-87. [Consulta: 15 febrero 2017]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/JuanNieto6/publication/264120653UsodeMatlabparalaSintesisenLenguajeVHDLdeDecodificadoresViterbi/links/53cec830cf25dc05cfacbe4/Uso-de-Matlab-para-la-Sintesis-en-Lenguaje-VHDL-de-Decodificadores-Viterbi.pdf>
11. Couch, León W. Sistemas de comunicación digitales y analógicos. México-Monterrey: Pearson Educación, 2008, pp.169-170.



# DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMAS SCADA PARA EL MONITOREO DE CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA EP-EMAPAR

(DESIGN OF A SCADA SYSTEM PROTOTYPE FOR MONITORING OF  
CATCHMENT, STORAGE AND DISTRIBUTION OF POTABLE WATER  
FOR EP-EMAPAR)

Miguel Ángel Pérez Bayas <sup>(1)\*</sup>, Fátima de los Ángeles Quishpe Estrada<sup>2</sup>,  
Javier José Gavilanes Carrión<sup>(3)</sup>, Víctor Manuel Asanza Armijos<sup>(4)</sup>

- (1) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,  
Panamericana Sur km 1 ½, Riobamba, Ecuador.  
(2) Instituto de Postgrado y Educación Continua, 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) Escuela Superior Politécnica del Litoral,  
Campus Gustavo Galindo km30.5 vía perimetral, Guayaquil, Ecuador

\*Correspondencia. Tel:0999262941,  
E-mail: miguel.perez@epoch.edu.ec (M. A. Pérez Bayas)

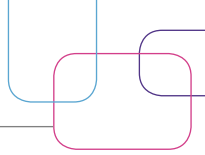
## RESUMEN

EP-EMAPAR, requiere un sistema SCADA, en la derivación Yaruquíes. El objetivo específico es monitorear los procesos de captura, almacenamiento y distribución de la derivación objeto de estudio, para orientar la toma de decisiones y la ejecución de acciones técnicas que permitan gestionar de manera adecuada y eficiente el recurso hídrico, en orden de minimizar el desperdicio y las fugas, reducir los costos de operación, asegurar la distribución equitativa y oportuna del líquido vital y elevar la imagen institucional. Para ello, se analiza cada uno de los procesos mencionados, posteriormente se obtienen datos de las variables, mediante sensores y transductores, que a su vez transmiten señales al PLC. Al mismo tiempo, la HMI muestra la información al operador del sistema. El PLC está programado con el software TIA Portal. LabVIEW se usa en la visualización y almacenamiento de datos y en el procesamiento de señales de alarma. Las pruebas de rendimiento del sistema dan como resultado señales de alarma, siempre que haya una diferencia entre los datos adquiridos de las variables y los estándares establecidos. El resultado final es el monitoreo y control automatizado de los procesos y la reducción de los costos operativos, aumentando el volumen de producción y satisfaciendo a los usuarios del servicio.

**Palabras claves:** Alarmas; Base de datos; PLC; Prototipo; SCADA; TIA Portal.

## ABSTRACT

The EP-EMAPAR, requires a SCADA web system, in the derivation Yaruquíes. The specific



aim is to monitor the processes of capture, storage and distribution of the derivation object of study, in order to orient the decision making and the execution of technical actions that allow to manage in an adequate and efficient way the water resource, In order to minimize waste and leakage, reduce operating costs, ensure equitable and timely distribution of vital liquid and raise the institutional image. For this purpose, each of the mentioned processes is analyzed, later data are obtained from the variables, by means of sensors and transducers, which in turn transmit signals to the PLC. At the same time, the HMI displays the information to the system operator. The PLC is programmed with the TIA Portal software. LabVIEW is uses in the visualization and data storage and the signal processing of alarm. System performance tests result in alarm signals whenever there is a difference between the data acquired from the variables and the established standards. The final result is the automated monitoring and control of the processes and the reduction of operating costs, increasing the volume of production and satisfying the users of the service.

**Key words:** *Alarms; Database; PLC; Prototype; SCADA; TIA Portal.*

## 1. Introducción

En la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Riobamba (EP-EMAPAR), hasta el momento se lleva un registro manual para la verificación de datos in situ de los procesos de captación, almacenamiento y distribución de agua para el consumo humano; siendo necesaria la designación y traslado de personal para las tareas de recolección de información, tanto en el pozo de captación, el tanque de reserva y en las redes de distribución. A lo largo del recorrido de las tuberías conductoras del líquido vital existen perdidas ya sea por fisuras en las mismas tuberías o por la acción de personas que extraen el agua de manera clandestina.

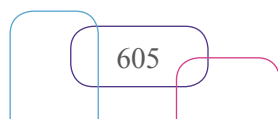
Las aplicaciones informáticas han proporcionado eficiencia a las actividades industriales y en el caso específico de los sistemas de agua potable, han permitido la optimización de los procesos de captación, almacenamiento y distribución (1).

Por tal razón se considera que el diseño de un prototipo de sistema SCADA para el monitoreo automático de dichos procesos, proporciona a la empresa EP-EMAPAR información veraz y oportuna sobre el estado general del sistema a fin de generar reportes que ayuden en la toma de decisiones y en la ejecución de acciones técnicas, que permitan gestionar de manera adecuada y eficiente el recurso hídrico, a fin de minimizar desperdicios y fugas, reducir costos de operación, garantizar la repartición equitativa y oportuna del líquido vital y elevar la imagen institucional.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Antecedentes de Investigación

Actualmente las grandes empresas a nivel mundial utilizan plataformas SCADA para monitorear y controlar el estado operativo de diversos procesos, pues estos sistemas son eficaces en cuanto a la adquisición de datos y la supervisión (2). Varias son las investigaciones realizadas para la implementación de sistemas SCADA en las diferentes



actividades humanas. En cuanto a la captación y distribución de agua potable varios estudios han sido realizados sobre el tema.

En el estudio SCADA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (3), se establece como conclusión que la implementación total, del proyecto de Telemetría y Telecontrol se manifiesta principalmente en un importante ahorro de agua, que se obtiene sobre la base de dos factores principales: la eliminación de los desbordes en los tanques debido a la regulación del caudal de ingreso y la reducción de las pérdidas en la red debido a presiones bajas en el horario nocturno. Además se argumenta que la elaboración de balances hídricos al interior de los sectores y subsectores, significa la posibilidad de controlar y alcanzar la reducción de las pérdidas comerciales, se optimiza el personal operativo y de mantenimiento con manejo automatizado a través del SCADA.

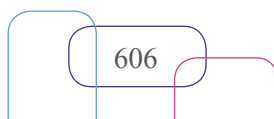
El trabajo investigativo titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA POTABLE COLINAS ALTO DE LA EMAAP-Q (4), concluye que la implementación del sistema de control automatizado, permite realizar rutinas de diagnóstico y mantenimiento preventivo; tomar decisiones y darles seguimiento; realizar pruebas de funcionamiento en tiempo real y dar cumplimiento a la normatividad vigente en cuanto a seguridad industrial, control de calidad. Con estos sistemas se logra una óptima eficiencia mediante el control de pérdidas y la conservación de las características naturales del líquido.

Finalmente, el estudio: SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EMPRESAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA (5), concluye que la implementación de un sistema SCADA en un sistema de distribución de agua: a) muestra mejoras en la eficiencia de la red y reducción de los niveles de fugas; optimización del rendimiento y del valor del ciclo de vida de los activos gracias a la optimización de los tiempos de renovación y rehabilitación; b) mejora en el seguimiento y gestión de los activos al igual que en la gestión de los recursos humanos; c) permite obtener un gran volumen de información de los componentes de la red al igual que su representación georreferenciada, lo que facilita tanto las consultas como la toma de decisiones; d) provee excelencia en el servicio al cliente, lo que conlleva a un mayor grado de satisfacción de los mismos; e) mejora de la información recibida y en la gestión de la red (detección de fugas, fallos de calidad, etc.); y, f) reduce costes tanto operativos como de servicio.

## 2.2 Prototipo de Sistema SCADA

### 2.2.1 Esquematización del sistema

En un primer plano (Fig.1) se identifican los procesos objetos de control (captación, almacenamiento y distribución de agua potable), luego se incorporan sensores y transmisores de señal, se realiza la programación del PLC, se permite el acceso al usuario mediante una HMI para el monitoreo de las variables de cada uno de los procesos identificados (6).



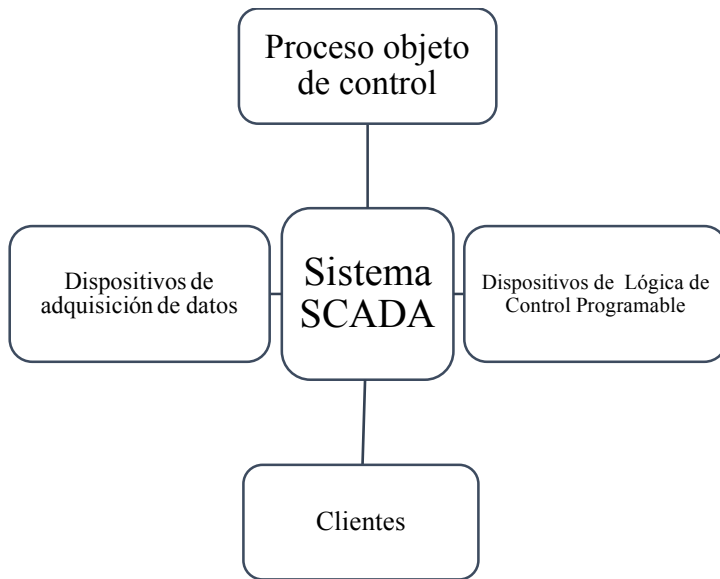


Fig. 1. Esquematación del sistema SCADA

### 2.3 Desarrollo de la interfaz

Se han empleado figuras, textos y colores básicos para no distraer la atención del usuario. Mediante la interfaz el usuario puede verificar el estado de los equipos y del proceso en general, realizar acciones de monitoreo y control, establecer los parámetros de configuración del sistema, evidenciar los valores de las variables del proceso en tiempo real y verificar posibles fallos en el sistema.

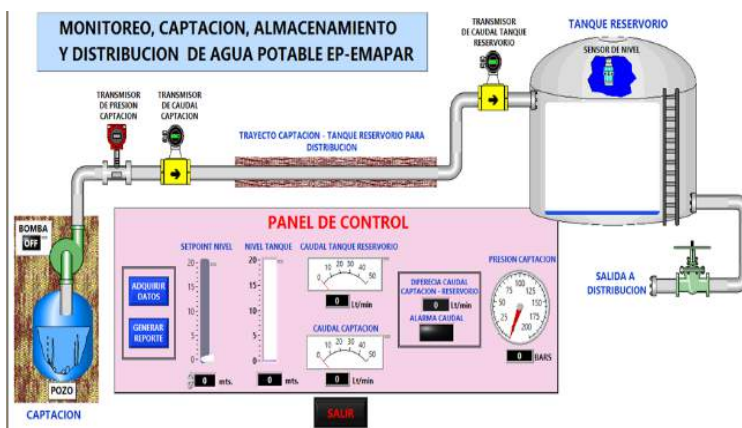


Fig. 2. Interfaz Gráfica del sistema

## 2.4 Diseño del prototipo del sistema SCADA

Se implementa un tablero de control, el cual consta de elementos que facilitan la comunicación remota y contribuyen a la correcta adquisición de datos y una interfaz hombre/máquina HMI, con acceso solo a personal autorizado para realizar actividades de monitoreo y mantenimiento.

**Captación e impulsión.** Se establecen rangos de aceptabilidad del comportamiento de cada variable. Para medir el caudal se instala un caudalímetro electromagnético de acero inoxidable con bridas y para la presión se usa un transmisor de presión, estos instrumentos envían señales eléctricas al PLC, permitiendo conocer el valor de las variables. Además, se dispone alarmas que alerten sobre la variación del comportamiento de cada una de las variables, a fin de establecer mecanismos de control y restauración del proceso.

**Almacenamiento.** Considerando el uso del tanque reservorio existente, cuya construcción presta las garantías necesarias para un normal funcionamiento, el desarrollo del proyecto puede permanecer sin alteraciones en infraestructura física. Al ingreso del reservorio se implementan medidores de caudal y presión, mismos que emiten señales hacia el PLC, mediante lo cual es posible identificar pérdidas del líquido vital durante su recorrido desde la captación hasta el reservorio. El nivel del tanque de reserva es monitoreado por un sensor de nivel cuya señal también es enviada al PLC.

**Distribución.** A la salida del tanque reservorio hacia la distribución se instala un caudalímetro para conocer el caudal con que inicia el proceso de distribución. Las señales emitidas desde y hacia el PLC se gestionan adecuadamente para que mediante el módulo de comunicación GSM sean enviadas de forma remota hacia la estación de monitoreo. Para controlar la pérdida de presión en las válvulas se incorporan transmisores de presión antes y después de cada una de estas, que sirvan de alerta ante cualquier anomalía. Con la automatización del sistema SCADA es posible ampliar la red de distribución a sectores aledaños.

## 2.5 Dispositivos requeridos para el monitoreo del sistema de distribución de agua.

Los dispositivos requeridos para esta implementación (7), se muestran en la tabla 1.

ITEM	COMPONENTE	CANT	APLICACIÓN
1	Tablero de Distribución 220V	1	Alimentación de 220V al sistema
2	Tablero de Control, con PLC	1	Control del sistema del sistema en general
3	Módulo GSM	1	Gestión de datos
4	Antena GSM 4G LTE	1	Transmisión de datos

5	Telecontrol por GSM/ GPRS compatible con 4G LTE	1	Manejo de datos en forma remota
6	Motoreductores	5	Apertura y cierre de vál- vulas
7	Sensor de nivel	1	Medir nivel del reservo- rio
8	Controlador de nivel	1	Control del nivel del re- servorio
9	Medidor de Caudal electromagnético	3	Medir el caudal en línea de aducción
10	Transmisor de caudal	3	Transmitir las medidas de caudal al PLC
11	Transmisor de presión	2	Transmitir las medidas de presión al PLC

Tabla 1. Dispositivos requeridos

## 2.6 Gestión de datos

La información fluye en el sistema de la siguiente manera: los datos de telemetría (presión, caudal y nivel de los procesos de captación, almacenamiento y distribución), son captados por el transductor, mismo que emite una señal eléctrica al transmisor y a su vez esta entrega una señal análoga hacia el PLC.

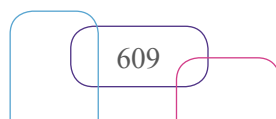
Los datos obtenidos son almacenados en el ordenador a fin de generar bases de datos y reportes. Paralelamente, mediante una HMI se muestra la información al operador del sistema como parte de la supervisión y control, con el propósito de orientar la toma de decisiones respecto del proceso o procesos supervisados (8).

**Datos de telemetría.** Los niveles de caudal y presión en el proceso de captación, son obtenidos a través de sensores de caudal y presión de agua incorporados en la tubería de Captación. Para medir los niveles de los tanques de almacenamiento, se emplean sensores de nivel en cada una de las celdas de reserva agua. Los niveles de caudal y presión en el proceso de la distribución, son medidos a través de sensores de caudal y presión de agua en las salidas de la reserva.

**Datos de alarmas.** Cuando existe una diferencia entre los datos adquiridos de las variables, caudal, presión y nivel y los estándares establecidos para cada una de estas variables, se activa una alarma que advierte al usuario la presencia de dicha diferencia.



Fig. 3. Activación de alarmas en el sistema SCADA



**Datos de referencias operativas.** Permiten monitorear el estado general del sistema, dando a conocer los valores de las variables en tiempo real y los puntos de referencia preestablecidos para cada una de ellas.

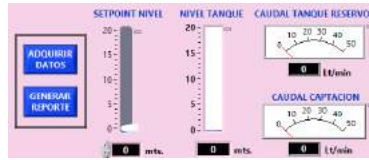


Fig. 4. Monitoreo de referencias operativas

**Archivo de datos (datos generados por el sistema).** La datos de telemetría, referencias operativas y alarmas son integradas en una base de datos que permite generar reportes y estadísticas del comportamiento de las variables nivel, presión y caudal así como del comportamiento del sistema de distribución de agua potable “Yaruquíes” en general.

### 3. Resultados

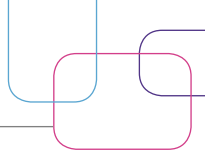
#### 3.1 Pruebas de Funcionamiento del Prototipo del Sistema SCADA

Con el propósito de realizar pruebas de funcionamiento al sistema SCADA propuesto para el monitoreo del sistema de distribución de agua potable de la EP-EMAPAR, derivación Yaruquíes, se construye una maqueta que representa el sistema de distribución objeto de estudio.



Fig. 5. Maqueta del sistema de distribución de Agua Potable





El proceso de captación, se realiza a través de una bomba de succión, para posteriormente ser conducida por tuberías hacia el tanque reservorio. En el trayecto de la línea de transporte, se encuentran incorporados un bypass, válvulas, medidores de presión y caudal requeridos para la operación. Se cuenta además con un tablero de control para el comando de operaciones. Al ingreso al tanque reservorio, se instala un caudalímetro, el cual controla la entrada de flujo hacia el tanque de almacenamiento y un sensor de ultrasonido de nivel.

### *3.2 Monitoreo por GSM*

Una vez puesto en funcionamiento el sistema de monitoreo, se observa que cuando se produce un fallo en el sistema, mediante SMS se transmite una “**alerta**” por la detección de variación o diferencia excesiva en las variables de cada proceso.

### *3.3 Control del sistema*

El proceso se controla mediante un sistema de lazo cerrado comandado por el PLC. En el proceso de Captación el control se realiza mediante el encendido y apagado de la bomba sumergible; la apertura y cierre de las válvulas, que permiten el paso del agua a la tubería de conducción que llega al reservorio y el control de la válvula de desfogue es manual (9).

En el proceso de Almacenamiento para el control de nivel del tanque se cuenta con un sensor de distancia de ultrasonido, para evitar el vaciado o el desbordamiento del tanque. La válvula de desfogue empleada para la limpieza del tanque y las válvulas de distribución tienen cierre y apertura manual.

### *3.4 Costos del prototipo de sistema SCADA*

El costo de este sistema, debido a que es un prototipo, tiene una valoración aproximada, y servirá únicamente como referencia para una posible implementación futura. Además, estos se encuentran dentro de lo establecidos como un derecho propio de las personas (10). Estos valores se detallan en la tabla 2.

CAN	CONCEPTO	PVP
1	CPU 1214C AC/DC/RELE S71200 6ES7214-1BG31-0XB0 / 6ES7214-1BG40-0XB0	824.23
1	KTP700 COLOR PANTALLA 7" 6AV2123-2GB03-0AX0	1,556.11
1	VARIADOR DE VELOCIDAD 220V/1HP CFW100073 S 2024 SSZ	235.98
1	FUENTE DE PODER LOGO 2.5A 120-230V-24VDC, 6EP1 332-1SH43	131.11
1	ANTENA ANT794-4MR PARA REDES SL-TE(H6),UMTS (36) Y GSM (26) 6NH9860-1AA00	108.31
1	MODULO GSM CP1242-7	1,130.88
1	BREAKER SCHEINDER 2 POLOS 4A	13.68
1	ARDUINO UNO	16.00
1	ROUTER D-LINK DES 1008A	20.52
1	BOMBA TRIFASICA WEG 0.5 HP	456.00
1	CANALETA RANURADA 25X40	6.05
2	CABLE DE RED	5.70
1	CAJA BEAUCOP 30X40X20	31.70
10m	CABLE FLEXIBLE #18AWG	2.28
2	SENSOR DE FLUJO	27.36
1	TANQUE DE VIDRIO	114.00
1	TRANSMISOR DE PRESION	210.00
1	MATERIALES VIDRIO	118.50
1	MATERIALES FERRETERÍA	75.06
1	NOVOKOR	32.49
	MANO DE OBRA	1,200.00
	<b>TOTAL</b>	<b>6,315.98</b>

Tabla 2. Costos del Prototipo del Sistema SCADA

#### 4. Conclusiones

Con la implementación del PLC y equipamiento técnico adicional, se automatiza la captación de los valores de las variables presión, caudal y nivel de los procesos de captación, almacenamiento y distribución; con lo cual se logra un monitoreo automatizado y además se disminuyen los costos de personal para la supervisión in-situ

A través de la HMI se muestra en la pantalla al operador con lo cual se direccionan acciones correctivas oportunas para superar los inconvenientes que se presentan en el sistema. Con ello se provee información en tiempo real a los usuarios del sistema y se posibilita su acceso oportuno para el control de variables de cada proceso.

Los reportes generados por el sistema SCADA permiten crear una base de datos sobre los problemas más recurrentes, las acciones implementadas en cada caso y los resultados obtenidos.

El control oportuno de los fallos del sistema garantiza que no se produzcan desabastecimientos ni pérdidas del líquido vital, disminuyendo los costos de operación, incrementando el volumen de producción y satisfaciendo a los usuarios del servicio.

La realización de pruebas de funcionamiento del Prototipo del Sistema SCADA propuesto, demostró que se ejecutan adecuadamente las alarmas cuando existe una diferencia entre los datos adquiridos de las variables y los estándares establecidos para cada una de estas, permitiendo al usuario la oportuna toma de decisiones. Se logra además la generación reportes de manera efectiva y la creación de bases de datos para la retroalimentación del sistema.

### **Recomendaciones**

Es pertinente la conservación y optimización de los recursos disponibles en la red de distribución de agua potable San Gabriel de Yaruquíes de la empresa EP-EMAPAR, pues se ha comprobado su adecuado funcionamiento y vida útil.

Es necesario que se implemente el PLC para la recolección automatizada de datos de las variables presión, caudal y nivel de los procesos de captación, almacenamiento y distribución de agua, con el propósito de garantizar la obtención de información oportuna y disminuir los costos de personal. Para un mejor control del nivel de agua del tanque reservorio es conveniente utilizar un sensor ultrasónico.

La implementación de la HMI es indispensable para la obtención de información en tiempo real sobre el estado general del sistema y el acceso oportuno para el control de variables.

Es preciso generar una base de datos a partir de los reportes generados por el sistema SCADA a fin de tener un referente de problemas similares, así como de las acciones ejecutadas y sus resultados.

Para garantizar que no se produzcan desabastecimientos ni pérdidas del líquido vital, así como para disminuir los costos de operación, incrementar la producción y satisfacer a los usuarios, es imprescindible el control adecuado y oportuno del sistema de distribución de agua de consumo humano.

De acuerdo con los resultados de investigación se recomienda la implementación del Sistema SCADA propuesto, en la derivación Yaruquíes y otras similares, debido a que éste permite el adecuado monitoreo y control de los procesos; logrando que se tomen decisiones y se ejecuten operaciones técnicas oportunas para gestionar de manera adecuada y eficiente el recurso hídrico, minimizando desperdicios y fugas, reduciendo costos de operación, garantizando la repartición equitativa y oportuna del líquido vital y generando confianza en los usuarios respecto al servicio prestado por la EP-EMAPAR.

Finalmente, este trabajo de investigación, se constituye en el punto de partida para el desarrollo de futuras investigaciones, como por ejemplo la creación de un sistema de mantenimiento preventivo en la red de alimentación de agua potable.

## Referencias

1. Fragoso, L., Ruiz, J., & Juárez, A. 2013. Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México. *Revista CIH. ISSN 1680-0338*, 112-116.
2. Chavarría, L. 2012. *Scada Systems & Telemetry*. México Distrito Federal: Atlantic International University.
3. Rosero Catillo, R. Scada del sistema de distribución de agua de la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento. Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE) [Internet] 2010. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3695>.
4. Moromenacho Oña, E. Diseño e implementación del sistema de control automático de la estación de bombeo de agua potable colinas alto de la EMAAP-Q. [Internet] 2008. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/643>.
5. Espin Leal, P. Gestión de activos : sistema de gestión integral para empresas de abastecimiento de agua. [Internet] 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10317/4722>
6. Rodríguez, A. [Internet] 2013. Disponible en: [www.books.google.com.ec](http://www.books.google.com.ec). Recuperado el 01 de 06 de 2016, de Status Enterprise. Sistemas SCADA: [http://www.books.google.com.ec/books/about/Subastas\\_de\\_m%c3%BBAltiples](http://www.books.google.com.ec/books/about/Subastas_de_m%c3%BBAltiples)
7. Lallave. 23 de 05 de 2016. [www.lallave.com](http://www.lallave.com). Recuperado el 23 de 05 de 2016, de <http://www.la-llave.com/ec/linea/automatizacion-variadores-de-velocidad-y-control-electrico.html>
8. Roldan, D. 2005. *Comunicaciones Inalámbricas*. México Distrito Federal: Alfaomega.
9. SIEMENS. 2014. S7-1200 MANUAL DEL SISTEMA. *A5E02486683-AG*, 23-34. Recuperado el 06 de 2016
10. Semplades.Objetivo 3. 2013. *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito.



# ANÁLISIS DE LA DENSIDAD ESPECÍFICA DEL ELECTROLITO DE UN ACUMULADOR DE ENERGÍA AUTOMOTRIZ ÁCIDO-PLOMO A DIFERENTES TEMPERATURAS

Jhonny Marcelo Pancha Ramos <sup>(1)</sup>, Edgar Vicente Rojas Reinoso <sup>(2)</sup>, Vicente Javier Romero Hidalgo <sup>(3)</sup>, Jorge Mauricio Néjer Guerrero <sup>(4)</sup>

(1) Carrera de Ingeniería Automotriz. Facultad Mecánica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Carrera de Ingeniería Automotriz. Facultad Mecánica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(3) Carrera de Ingeniería Automotriz. Facultad Mecánica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(4) Carrera de Ingeniería Mecánica. Facultad Mecánica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0986355523, E-mail: johnny.pancha@esPOCH.edu.ec (J. Pancha)

## RESUMEN

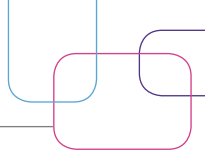
Una batería automotriz del tipo ácido-plomo es un elemento que genera una fuerza electromotriz capaz de abastecer de energía a todo el sistema eléctrico del vehículo durante todas las etapas de su funcionamiento y los consumidores eléctricos que se encuentren conectados, el material activo que conforma este tipo de batería, se usa como electrolito una solución de ácido sulfúrico y agua destilada, este electrolito tiene un valor de densidad específica a una temperatura de 25°, prueba que es estandarizada por la gran mayoría de fabricantes; conociendo que el Ecuador tiene un clima tropical variable acorde a las regiones, con un rango de temperaturas entre los 27°C y 3° C, se efectúa el análisis de densidad específica del electrolito y su estado de carga en función a la variación de la temperatura, con la finalidad de verificar el comportamiento de la batería vehicular.

**Palabras claves:** *densidad específica, batería, ácido-plomo, temperatura, automóvil.*

## ABSTRACT

An automotive battery of the lead acid type is an element which generates the electromotive force capable of supplying energy to the entire electrical system of the vehicle during all stages of its operation and the electrical consumers to which it is connected, analyzing the active material which makes up this type of battery, a solution of sulfuric acid and distilled water is used as an electrolyte, this electrolyte has a specific density value at a temperature of 25°C, a test which is standardized by the vast majority of manufacturers; knowing that Ecuador has a variable tropical climate depending on its regions, with a temperature range between 27 °C and 3°C, for which the analysis of specific electrolyte density and its charging state is done in function to the variation in temperature, in order to verify the behavior of the vehicle battery.

**Key words:** *specific density, battery, lead acid, temperature, automotive.*



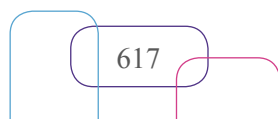
## 1. Introducción

En este trabajo se describe el análisis del electrolito de una batería de arranque automotriz, el material activo se conforma de placas de plomo puro y peróxido de plomo, conjuntamente con ácido sulfúrico más agua destilada como gestor de la función de electrolito; se obtienen resultados de la variación de la densidad específica en función de la temperatura, se ha seleccionado como referencia un gradiente térmico en relación a temperaturas ambiente, relacionado al clima del Ecuador, es decir variando el entorno de la caja en la batería de arranque que tiene polipropileno como material. Es importante especificar que se ha realizado el ajuste al valor de densidad específica en función del grado de temperatura ambiental.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Densidad específica

En 1860, Gaston Plante combinó un Pb / PbSO<sub>4</sub> con un electrodo de Pb O<sub>2</sub> / PbSO<sub>4</sub> en una solución de ácido sulfúrico y obtuvo una fuente de energía electroquímica con gran fuerza electromotriz [1], la temperatura es un factor importante que influye en la fuerza electromotriz de un acumulador; por lo que las baterías son una de las fuentes más comunes de problemas para vehículos en regiones frías. Algunas fallas como el congelamiento de electrolito, son problemas exclusivos de las zonas frías. [2]. Las baterías más usadas en vehículos como fuente de almacenamiento son las del tipo ácido-plomo, debido a su desempeño y económicamente asequibles para el medio están diseñados para amplios campos variando así sus características, y tamaños; pero el efecto de la temperatura influye en el desempeño de la misma. Como es de conocimiento, las baterías sometidas a este análisis, tienen como electrolito ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) el cual reacciona con el material activo constituido por plomo puro o poroso (Pb) y peróxido de plomo (PbO<sub>2</sub>), obteniendo electricidad al cerrar el circuito entre estos dos elementos. El ácido sulfúrico participa en la generación y acumulación de energía eléctrica en la batería de ácido-plomo siendo uno de los mejores productos de la industria química, el ácido sulfúrico producido comercialmente es un aceite transparente, incoloro, inodoro, aceitoso, y líquido viscoso con una densidad de 1.84 kg L<sup>-1</sup>[3]. El H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> es un concentrado azeotrópico con mezcla de 98,3% de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 1,7% de H<sub>2</sub>O, que se obtiene por destilación a 383°C, el ácido sulfúrico es soluble en agua en todas las concentraciones, por lo que cantidades sustanciales de calor se generan, es decir, la reacción de disolución es altamente exotérmica. Por lo tanto, al diluir H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, el ácido se agrega al agua, bajo agitación continua. [3]. El rango de las concentraciones de ácido usadas en las baterías de plomo - ácido también está considerado, si las soluciones ácidas de concentraciones más altas o más bajas que la operación de la batería, esto llevaría a una disminución en el rendimiento parámetros de las baterías, en la Tabla 1 se observa las soluciones con concentraciones de ácido sulfúrico y agua con concentraciones expresadas





en porcentaje en masa (% en peso), densidad (kg L<sup>-1</sup>), molaridad (mol L<sup>-1</sup>) y coeficiente de temperatura de densidad [3]. El instrumento utilizado para la medición de la densidad específica es el densímetro automotriz, en el proceso de la obtención de la densidad es importante realizar 3 veces la medición de la densidad para obtener una medida precisa. [5]

	Porcentaje %	DENSIDAD (Kg/l)			Molalidad (mol Kg/l)	Molaridad (mol/l)			Temperatura coeficiente de densidad (10 <sup>-3</sup> Kg/l°C)
		0°C	25°C	50°C		0°C	25°C	50°C	
Concentración de ácido	0	0.9998	0.9970 <sub>8</sub>	0.9980 <sub>7</sub>	0	0	0	0	0.236
	2	10.147	10.104	10.006	0.208	0.2069	0.2060	0.2040	0.282
	4	10.291	10.234	10.129	0.425	0.4197	0.4174	0.4131	0.324
	6	10.437	10.367	10.256	0.651	0.6385	0.6342	0.6274	0.362
	8	10.585	10.502	10.386	0.887	0.8634	0.8566	0.8472	0.398
	10	10.735	10.640	10.517	1.133	10.945	10.849	10.723	0.436
	12	10.986	10.780	10.651	1.390	13.319	13.190	13.032	0.470
	14	11.039	10.922	10.788	1.660	15.758	15.590	15.399	0.502

Tabla 1: Relación de las concentraciones de ácido sulfúrico [3].

La resistencia eléctrica específica (resistividad) del electrolito H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> es uno de los parámetros básicos que determinan la resistencia interna y el poder de una célula de plomo. Cuando la resistencia interna de la celda es alta, una parte sustancial de la energía útil se consume dentro de la propia célula, es decir, la energía se pierde en forma de calor. La resistencia interna de una celda, cuando la corriente eléctrica fluye a través de él, depende de la concentración y temperatura del electrolito [4]. En la Figura 1 se observa el comportamiento de la resistencia en función de la temperatura.

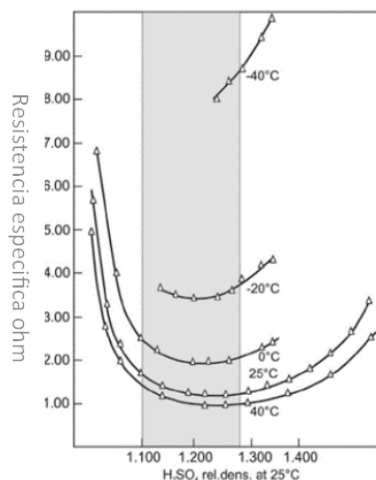


Fig 1. Resistencia eléctrica específica (resistividad) de varias soluciones de  $H_2SO_4$  en función de concentración y temperatura [4]

## 2.2 Temperatura

La temperatura tiene un efecto importante en relación al de desempeño y funcionamiento de una batería, además es importante conocer que la caja que recibe al material activo de una batería ácido-plomo debe tener ciertas propiedades como aislante, ser resistente a agentes corrosivos y no alterar su diseño o características en cambios de temperatura ya que este puede llegar a deformarse o fisurarse. Las cajas de poliuretano tienen mejor desempeño a bajas temperaturas ya que este se vuelve quebradizo a  $-45^{\circ}C$  [1]. El material más usado en la fabricación de cajas para baterías es el polipropileno este se vuelve quebradizo a  $-30^{\circ}C$  [1]. El efecto del cambio de temperatura de la caja de la batería es muy amplio que incluso la variación de la temperatura puede afectar al material activo, obteniendo efectos previamente analizados en cuanto a condiciones eléctricas y en el electrolito ( $H_2SO_4$ ) principalmente.

Se considera, que el electrolito ( $H_2SO_4 + H_2O$ ) tiene una densidad de  $1,280 \text{ g/cm}^3$  Se dice que el electrolito de un acumulador tiene  $1,280 \text{ g/cm}^3$  de densidad, cuando es  $1,280 \text{ g/cm}^3$  veces más pesado que un volumen igual de agua pura, estando los dos líquidos a la misma temperatura [5] en el medio del diagnóstico automotriz la herramienta más útil y efectiva para conocer el estado de la densidad específica el densímetro o hidrómetro. Una densidad comprendida entre  $1,270 \text{ g/cm}^3$  y  $1,290 \text{ g/cm}^3$  indica que el acumulador está completamente cargado. Una densidad específica comprendida entre  $1,200 \text{ g/cm}^3$  y  $1,240 \text{ g/cm}^3$  indica media carga del acumulador. Cuando la densidad específica obtenida en el densímetro es inferior a  $1,150 \text{ g/cm}^3$  se considera que la batería se encuentra descargada, estos valores están referidos a una temperatura del electrolito comprendida entre  $20^{\circ}C$  a  $25^{\circ}C$  [5]. Aproximadamente, cada  $5^{\circ}$  de variación de la temperatura del

electrolito sobre 25° C supone una corrección de la densidad relativa en 0,0035 unidades. [5].

### 2.3 Método

El método de investigación utilizado controla las variables de densidad y temperatura, relacionando su comportamiento en el cambio generado entre ellas, basando su estudio en metodología científica. En este método se recopilaban datos para comparar las mediciones de comportamiento en un ambiente controlado, en base a mediciones experimentales. Las variables utilizadas son variables dependientes tales como densidad, tensión (las que queremos medir o el objeto de estudio) y las variables independientes tales como la temperatura y ambiente (las que se sometieron a cambios para analizar la relación de dependencia). Además debemos controlar todas las demás variables que puedan influir en el estudio (variables extrañas como humedad relativa, contaminación).

Se considera los aspectos analizados y la propuesta de conocer la densidad específica de una batería cuyo material activo es ácido-plomo, mediante la variación de la temperatura de exposición. Se procede a realizar mediciones de la densidad específica en las 6 celdas que conforman una batería automotriz de 12v de tensión nominal; la batería usada en el estudio es nueva y cumple con características de diseño inicial sin sufrir modificaciones.

Como elemento que cumple la función de cambiar la temperatura del electrolito se ha utilizado un ambiente térmico mediante el uso de agua, en la cual se modifica la temperatura externa de la batería obteniendo como resultado variación interna de la temperatura en el electrolito, esta temperatura es controlada mediante termómetro infrarrojo. Cada valor de densidad específica calculado obtenido se ha aplicado el ajuste según la temperatura; durante el proceso de obtención de valores de densidad del electrolito se ha referenciado el proceso de 3 tomas de valores por cada celda.

#### 2.3.1 Alta Temperatura

Los datos registrados en el laboratorio se obtienen al someter la batería a distintas temperaturas controladas. , el ambiente exterior de la batería se controla con el aporte de una fuente de calor, cambiando su temperatura medida en °C en rangos de 5 minutos, una vez alcanzado una temperatura media en todas la celdas de la batería, se registra el valor de densidad específica; en la Tabla 2 se observan los datos obtenidos en °C y los valores ajustados en función de la temperatura.

CELDA	TEMPERATURA AMBIENTE °C	TEMPERATURA CAJA DE BATERÍA °C	TEMPERATURA ELECTROLITO °C	DENSIDAD ESPECÍFICA g/cm <sup>3</sup>	TENSIÓN DE BATERÍA v.	DENSIDAD ESPECÍFICA CON AJUSTE g/cm <sup>3</sup>
1 (+)	60	54	30	1,150	13.1	1,154
2	60	54	29.1	1,150	13.1	1,153
3	60	54	29.1	1.175	13.1	1,178
4	60	54	29.7	1.175	13.1	1,175
5	60	54	28.8	1,150	13.1	1,153
6	60	54	29.6	1.150	13.1	1,153

Tabla 2. Datos obtenidos en la prueba de densidad específica a un temperatura de 30 ° C.  
( Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018 )

### 2.3.2 Temperatura ambiente

Para el registro de los datos en temperatura baja, se expone a temperaturas inferiores logrando una temperatura baja de 23.9 °C, en la Tabla 3 se muestra los valores obtenidos.

CELDA	TEMPERATURA AMBIENTE °C	TEMPERATURA CAJA DE BATERÍA °C	TEMPERATURA ELECTROLITO °C	DENSIDAD ESPECÍFICA g/cm <sup>3</sup>	TENSIÓN DE BATERÍA v.	DENSIDAD ESPECÍFICA CON AJUSTE g/cm <sup>3</sup>
1 (+)	26.8	28	23.9	1,200	13.1	1,199
2	26.8	28	25	1,180	13.1	1,180
3	26.8	28	25.3	1.195	13.1	1,195
4	26.8	28	24.8	1.200	13.1	1,200
5	26.8	28	24.7	1,175	13.1	1,175
6	26.8	28	24.3	1.180	13.1	1,180

Tabla 3. Datos obtenidos en la prueba de densidad específica a un temperatura de 25 ° C.  
( Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018 )

### 2.3.3 Baja Temperatura

Para el registro de los datos en temperatura baja, se expone a temperaturas inferiores logrando una temperatura baja de 6 °C, en la Tabla 4 se muestra los valores obtenidos.

CELDA	TEMPERATURA AMBIENTE °C	TEMPERATURA CAJA DE BATERÍA °C	TEMPERATURA ELECTROLITO °C	DENSIDAD ESPECÍFICA g/cm <sup>3</sup>	TENSIÓN DE BATERÍA v	DENSIDAD ESPECÍFICA CON AJUSTE g/cm <sup>3</sup>
1 (+)	0	2,3	6,6	1,260	13.1	1,247
2	0	2,3	6,5	1.260	13.1	1,247
3	0	2,3	6,6	1,265	13.1	1,252
4	0	2,3	6,5	1,275	13.1	1,262

5	0	2,3	6,6	1,255	13.1	1,242
6	0	2,3	6,7	1.260	13.1	1,247

Tabla 4. Datos obtenidos en la prueba de densidad específica a un temperatura de 6 °C.  
( Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018 )

Los resultados se obtienen realizando variaciones a la temperatura externa a la que está expuesta una batería plomo – ácido simulando las registradas en nuestra región, es importante mencionar que para el análisis de los resultados se ha aplicado el ajuste de la densidad específica, en la Tabla 5. Se observa los resultados de manera general a diferentes grados (°C) de temperatura.

CELDA	TEMPERATURA ELECTROLITO 6,6 °C	TEMPERATURA ELECTROLITO 18 °C	TEMPERATURA ELECTROLITO 25 °C	TEMPERATURA ELECTROLITO 27 °C	TEMPERATURA ELECTROLITO 30 °C
1 (+)	1,247	1,245	1,199	1,168	1,154
2	1,247	1,246	1,180	1,157	1,153
3	1,252	1,225	1,195	1,167	1,178
4	1,262	1,255	1,200	1,166	1,175
5	1,242	1,256	1,175	1,167	1,153
6	1,247	1,246	1,180	1,168	1,153

Tabla 5. Densidad específica con ajuste en función de la temperatura.  
( Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018 )

## 2.4 Ecuaciones

Ecuaciones de gobierno del comportamiento electrolítico en base a la temperatura.

$$y = 1.0417 x^5 - 17.083 x^4 + 103.12 x^3 - 282.92 x^2 + 350.83 x + 1092 \quad (1)$$

Ecuación para 6.6°C

$$y = 2.0917x^5 - 37.75x^4 + 253.71x^3 - 777.75x^2 + 1059.7x + 745 \quad (2)$$

Ecuación para 18 °C

$$y = 0.4667x^5 - 6x^4 + 22.333x^3 - 9x^2 + 72.8x + 1264 \quad (3)$$

Ecuación para 25 °C

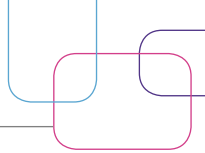
$$y = -0.5 + 9.375x^4 - 66.583x^3 + 220.63x^2 - 331.92x + 1337 \quad (4)$$

Ecuación para 27 °C

$$y = 1.9793x^4 - 27.644x^3 + 9128.09 x^2 - 220.72x + 1272.2 \quad (5)$$

Ecuación para 30 °C

La variable de cambio en las ecuaciones, es el número de la celda de la batería basada en el cambio de temperatura, establecidas en la figura 4, esto es debido a que dichas temperaturas son las más comunes en las diferentes condiciones ambientales acopladas a la región ecuatorial.



### 3. Resultados y Discusión

Las medidas de densidad y temperatura se toman directamente de cada celda, luego de que cada una pase el tiempo de estabilización (3 s). La variación de temperatura se realizó en un ambiente controlado con un equipo de control de estabilización ambiental de temperatura.

Se realiza el registro de 3 valores de prueba por cada celda, obteniendo 18 muestras en total.

En los diagramas de ilustración se evidencia las constantes de cambio de densidad con relación al tiempo, tomadas a temperatura ambiente. Así, en la primeras celdas, cuando la temperatura sube (Figuras 1 y 2) se determina una estabilización en la impedancia del sistema, sobre todo de la densidad del electrolito con la variación en condiciones de alta y baja temperatura. Del mismo modo, se observa en la figura 2, que el comportamiento es contrario, entendiéndose como la disminución de intensidad de la densidad del electrolito en relación al aumento progresivo de la temperatura hasta lograr estabilizarse (temperatura ambiente), esto debido al impacto negativo relacionado con la subida de temperatura, asegurando la estabilización de carga basada en la acumulación apilada de las celdas, permitiendo su equilibrio a temperatura ambiente siendo más clara y constante.

Por otro lado, se nota la disminución de la resistencia de la solución conforme aumenta la temperatura, provocando que la duración de las mismas en tensión se vea afectada, lo cual implica un ligero aumento de la disociación de la mezcla mejorando la conductividad del electrolito.

Sin importar las condiciones de cambio de temperatura, las celdas centrales del acumulador energético, siempre generan un comportamiento opuesto al de los extremos, provocando en si una reestructuración del compuesto, manteniendo así la tensión lo más estable posible. Para lo cual se tomó el dato de comparación de un pirómetro, permitiendo reducir al mínimo el factor de error, el cual se calcula basado en el número de pruebas por celda y por batería, obteniendo la diferencia de error menor al 5%.

1,200	1,150	1,260
1,180	1,150	1260
1,195	1175	1,265
1200	1175	1,275
1,175	1,150	1,255
1180	1150	1260
1,188	1,158	1,263

<b>Total error</b>	2.52	8.25
<b>Factor error</b>	5.73	%

Tabla 6. Factor de error (Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018)

Los datos obtenidos en laboratorio muestran el comportamiento de la batería de automóvil dentro de un ambiente controlado de alta y baja temperatura, cabe indicar que los materiales y fluidos se comportan de manera única al ser sometidos a cambios térmicos, el efecto termoeléctrico hace que los metales eleven o bajen su temperatura, por lo que dichos materiales sufren desgaste acorde al tiempo de uso del dispositivo acumulador, entendiéndose así el tiempo de vida útil de la batería y los posibles fallos que pueda presentar la misma en condiciones normales de uso, esto sumado a la eficiencia energética del acumulador.

#### 4. Comportamiento de cambio de densidad a temperaturas extremas

Según el Instituto Nacional de Meteorología en hidrología del Ecuador las temperaturas registradas promedio más extremas son la más baja de 0°C y la más alta promedio de casi 40°C. De las cuales la más alta registrada es en el cantón Tiwintza en la región amazónica a una temperatura de 44°C., y una temperatura ambiente promedio registrada de 22°C.

Con base en estos estudios se realiza el cálculo de las alteraciones electrolíticas en las celdas de la batería automotriz, con simulación física en determinadas condiciones de funcionamiento.

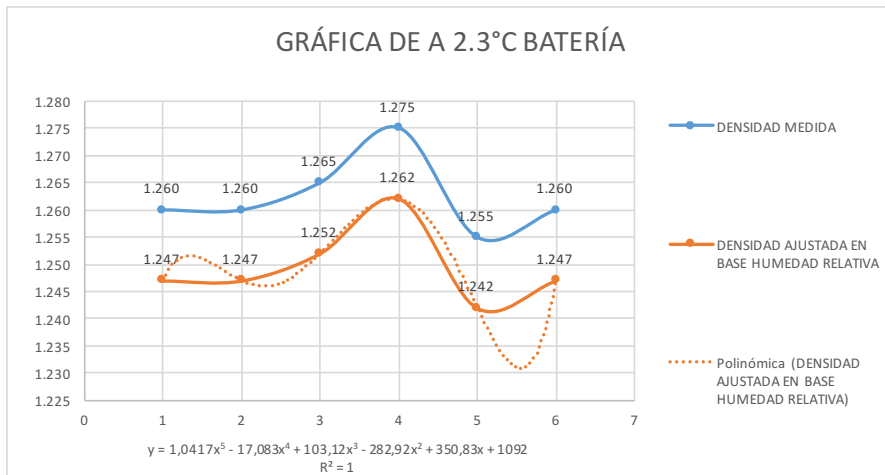


Fig 2. Gráfica del comportamiento del electrolito a 2.3°C.  
(Pancha J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018)



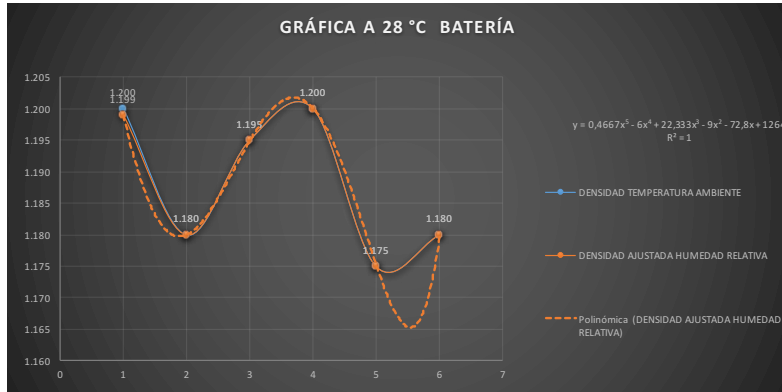
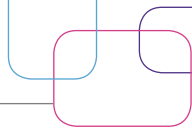


Fig 3: Gráfica del comportamiento electrolytico a temperatura ambiente.  
(Panca J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018)

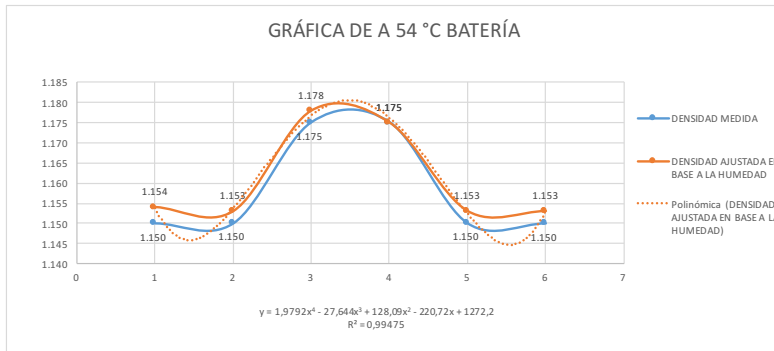


Fig 4: Gráfica del comportamiento del electrolito a 54 °C.  
(Panca J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018)

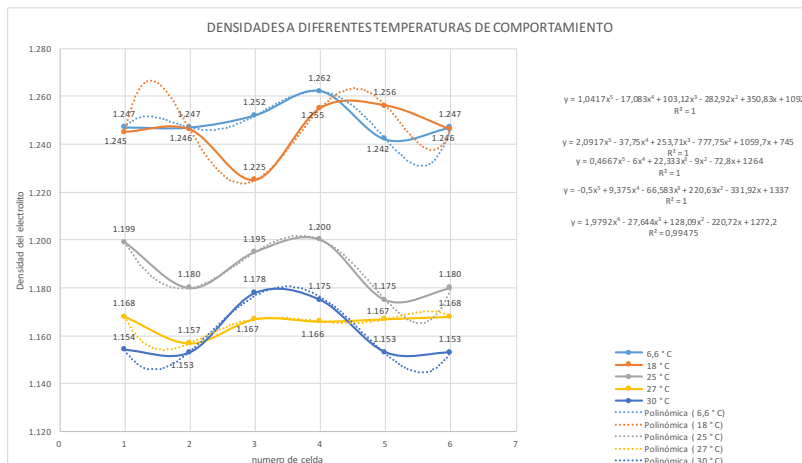


Fig 5: Gráfica del comportamiento del electrolito basado en los cambios de temperatura.  
(Panca J., Rojas V., Romero V., Nejer J., 2018)

Los resultados mostrados en la figura 5 demuestran el comportamiento de la variación progresiva del electrolito de las baterías automotrices en base a los cambios de temperatura generados durante el almacenamiento de las mismas. Dichos comportamientos se encuentran denotados con una curva de comportamiento que nos indicaría el proceso de variación de cada celda, de las cuales, las que están en su centro son aquellas que sufren un mayor cambio electrolítico en su combinación, y esto se debe precisamente a que se encuentran más alejadas de los bornes y de las paredes de descarga.

## 5. Conclusiones

El proceso de las condiciones de cambio de temperatura permite verificar que una celda de energía una vez que varía su tensión en carga o descarga, permite estabilizar la misma, incluso cuando se generaran condiciones de cambio térmico medio ambiental durante su proceso de acumulación o almacenamiento, creara una alteración más pronunciada como se muestra en las figuras 1 a la 5.

Al crear un ambiente controlado en el que la temperatura ambiente cambie progresivamente, las condiciones de densidad y resistencia interna del acumulador varían de forma escalonada en sus extremos, haciendo que a mayor temperatura la carga de tensión sea más alta pero con menor duración, mientras que a bajas temperaturas la reacción es prolongada y opuesta en su comportamiento.

Para verificar y registrar los datos, se estabilizan las condiciones térmicas en un ambiente controlado, generando datos a procesar con un margen de error menor al 15%, permitiendo así la iteración del experimento y registro de información que puede ser realimentada y validada.

Se considera la importancia de considerar la medida de humedad relativa del aire debido a que la misma permite obtener información fidedigna, apegada a condiciones reales de funcionamiento de los dispositivos involucrados en el experimento, descartando en lo posible el registro de datos incorrectos o erróneos.

Debido a que las condiciones climáticas del Ecuador son variables, la batería de acumulación debe ser encapsulada con un material resistente a vibraciones y factores ambientales, dicho ambiente deberá contar con algún medio o dispositivo de control térmico tratando de que la batería automotriz mantenga las condiciones de temperatura aptas para su funcionamiento y precautelando su vida útil.

## Referencias

1. Pavlov D. Lead-Acid Batteries: Science and Technology [Internet]. 2a ed. Amsterdam: Elsevier; 2017 [citado 10 enero 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444595522120012>
2. Diemand D. Automotive Batteries at low temperatures Vol. 1 ed. Hanover: US Army Corps of Engineers; 1990

3. H. Bode, in: R.J. Brodd, K. Kordesch, Lead-Acid Batteries, New York, USA, 1977
4. p. 42. Electrochem. Soc.
5. D. Pavlov, A. Kirchev, M. Stoycheva, B. Monahov, J. Power Sources USA 2004 p.288
6. J.M. Alonso. Técnicas del automóvil equipo eléctrico. Madrid: Paraninfo 2010
7. H.J. Bergveld, D. Danilov, P.H.L. Notten, V. Pop, P.P.L. Regtien, in: J. Garche (Ed.), Encyclopedia of Electrochemical Power Sources vol. 1, Elsevier, 2009, p. 459.
8. H. Budde-Meiwes, J. Drillkens, B. Lunz, J. Muennix, S. Rothgang, J. Kowal, D.U. Sauer, Proc. IMechE Part D: J. Automobile Eng. 227 (5) (2013) 761-776.
9. R.M. Dell, P.T. Moseley, D.A.J. Rand, Towards Sustainable Road Transport, Academic Press, Elsevier, 2014, p. p.159.
10. J.R. Pierson, C.E. Weinlein, C.E. Wright, in: D.H. Collins (Ed.), Power Sources 5, Academic Press, London, UK, 1975, p. 97.
11. D.A.J. Rand, P.T. Moseley, in: J. Garche (Ed.), Encyclopedia of Electrochemical Power Sources, vol. 4, Elsevier, 2009, p. 550.
12. F. Mattera, D. Desmettre, J.L. Martin, P.H. Malbranche, J. Power Sources 113 (2003) 400.
13. A.J. Salkind, A.G. Cannone, F.A. Trumbure, Chapter 23: Lead Acid Batteries, in: D.Linden, T.B. Reddy (Eds.), Handbook of Batteries, third ed., McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 2002, p. 23.14
14. R.D. Prengaman, in: J. Garche (Ed.), Encyclopedia of Electrochemical Power Sources vol. 4, Elsevier, 2009, p. 648.
15. R. Wagner, in: J. Garche (Ed.), Encyclopedia of Electrochemical Power Sources vol. 4, Elsevier, 2009, p. 599.
16. J. Wang, S. Zhong, G.X. Wang, D.H. Bradhurst, M. Ionescu, H.K. Liu, et al., J. Alloys Compounds 327 (2001) 141.

# ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA POTENCIA EFECTIVA MEDIDA POR EL MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE AL INDUCIR MODOS DE FALLA Y PRUEBAS DE ALTITUD EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

(BEHAVIOR ANALYSIS OF THE EFFECTIVE POWER MEASURED BY THE FREE ACCELERATION METHOD BY INDUCING FAILURE MODES AND ALTITUDE VARIATION TESTS IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE)

Cristian Fernando Lema Romero<sup>\*(1)</sup>, Daniel Correa Bernal<sup>(2)</sup>,  
Juan Carlos Castelo Valdivieso<sup>(3)</sup>

(1) Tecnología Superior en Mecánica Automotriz,  
Instituto Tecnológico Superior Luis Rogerio González - Azogues,  
Fax:+59372248734, E-mail: fernando.lema@institutoscanar.ec (CFLR), 030102.

(2) Universidad Nacional de Colombia, 050017.

(3) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, e-mail: j\_castelo@esPOCH.edu.ec 060104.

## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla una herramienta necesaria para aplicar el método de la aceleración libre y determinar las curvas características de un motor de combustión interna. En el proceso, se toma la señal del sensor de posición de cigüeñal (CKP) del motor en estudio, y durante un ciclo de aceleración utilizando una metodología planteada se registran los datos sobre la velocidad angular instantánea de giro del eje de cigüeñal. Se desarrolla un software para procesar los datos obtenidos utilizando las ecuaciones descritas en el trabajo, esto para obtener el comportamiento y su afectación de las curvas características del motor cuando se le induce modos de falla específicos y pruebas de variación de altura con respecto al nivel del mar. Se encuentra y se aplica una alternativa económica de adquisición de datos mediante grabación de audio frente a las tarjetas de adquisición prefabricadas, planteando como opción viable en desplegar el trabajo y mostrando la posibilidad de replicarse en estudios futuros. Se valida el método de la aceleración libre tanto para la determinación del momento de inercia del motor ( $I$ ), como su potencia efectiva ( $P_e$ ), comparando la potencia del motor al inducirle un modo de fallo específico que inhabilita un cilindro, contra la potencia del motor en óptimas condiciones de funcionamiento medida con el método implementado frente a los resultados de un banco dinamométrico. Se observó que no todos los modos de fallo inducidos afectan principalmente la potencia, siendo los más representativos aquellos que literalmente inactivan alguno de los cilindros del motor.

**Palabras Claves:** *Aceleración libre, potencia, torque, momento de inercia, curvas características, inyección electrónica.*

## ABSTRACT

In the present work, is developed the necessary tool to apply the free acceleration method and determine the characteristic curves of an internal combustion engine. In the process, the signal

is taken from the crankshaft position sensor (CKP) of the motor under study, and during an acceleration, cycle using a raised methodology the data on the instantaneous angular speed of the crankshaft axis are recorded. A software is developed to process the data obtained using the equations described in the work, this to obtain the behavior and its affectation of the characteristic curves of the engine when it is induced specific failure modes and tests of variation of altitude with respect to the level of the sea. An economic alternative of data acquisition through audio recording is found and applied to prefabricated acquisition cards, posing as a viable option to deploy the work and showing the possibility of replicating in future studies. The method of free acceleration is validated both for the determination of the moment of inertia of the motor ( $I$ ), and its effective power ( $P_e$ ), comparing the power of the motor by inducing a specific failure mode that disables a cylinder, against the power of the engine in optimum operating conditions measured with the method implemented against the results of a dynamometer. It was observed that not all the induced failure modes affect mainly the power, being the most representative those that literally inactivate some of the cylinders of the motor.

**Keywords:** *Free acceleration, power, torque, engine's inertia's moment, engine's characteristic curves, electronic fuel injection.*

## 1. Introducción

El método de la aceleración libre, descrito por Bermúdez, *et. al.* en (1) para la determinación de la potencia efectiva de un motor de combustión interna, se utiliza como una alternativa de estudio para determinar la potencia efectiva de un motor de combustión interna, la cual permite encontrar qué porcentaje del valor, se ve afectado al inducir modos de fallo de sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica. Esto se logra a través del conocimiento del estado del arte a través de revisiones bibliográficas y otras fuentes de consulta, el establecimiento y la implementación de un procedimiento para la medición de potencia efectiva en motores de combustión interna a gasolina con sistema de inyección electrónica con el método de aceleración libre, la determinación de los modos de falla típicos asociados a los sensores y actuadores que controlan el motor y analizar cuáles de ellos son inducibles para repetitividad futura en sistemas similares, el análisis comparativo entre la medición de la potencia efectiva sin fallo con el procedimiento mencionado, frente a las mediciones realizadas cuando se inducen cada uno de los modos de fallo identificados por vez, y el análisis del comportamiento de la potencia con respecto a la variación de altitud. Las variaciones en la potencia pueden ser más o menos importantes dependiendo del modo de fallo inducido, aquellos relacionados con la desactivación de un cilindro serán los más representativos, mientras que los asociados con la cantidad de aire aspirado, no lo serán tanto. Esto porque el método de análisis exige que se analice una variable por vez, a sabiendas que la potencia finalmente depende de múltiples variables, como por ejemplo también la altitud con respecto al nivel del mar en evidencia en el desarrollo de este trabajo con varias pruebas realizadas.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Materiales

Los materiales, los equipos y los softwares utilizados en el desarrollo de esta investigación son:

- *Sensor CKP inductivo*: Se utiliza la señal del sensor CKP que trae incorporado el vehículo para determinar la frecuencia de giro del motor durante la prueba y así abolir la necesidad de añadir un sistema adicional para este fin.

- *Osciloscopio Hantek serie DSO3064*: El osciloscopio es utilizado para visualizar la señal generada por el sensor CKP y verificar la señal acondicionada para ser adquirida por el sistema de adquisición de datos.

- *Circuito para la adecuación de la señal*: Se diseña un circuito que permite tomar la señal del sensor CKP para reducirle los picos de voltaje de tal manera que no representen riesgos para el sistema de adquisición de datos. Dicho circuito puede funcionar tanto para sensores CKP inductivos como de efecto Hall.

- *Software Proteus*: Es un software creado por (2), que permite la simulación de circuitos electrónicos. En particular fue utilizado para simular el circuito de acondicionamiento de la señal del sensor CKP.

- *Computador portátil con tarjeta de sonido*: Para suplir la necesidad de una tarjeta de adquisición de datos, se optó por el uso de la tarjeta de sonido de un computador portátil a través de su puerto de micrófono. El objetivo es guardar como un archivo de audio con extensión .WAV la señal generada por el sensor CKP una vez adecuada. Se resalta que dicha señal registra la frecuencia de giro del motor.

- *Software Audacity*: Es un software de edición de sonido de acceso gratuito, creado por (3), que permite calibrar la frecuencia de adquisición de la señal, el nivel de volumen, el tipo de archivo de grabación, entre otras bondades. Es a través de este software que se realiza la grabación del archivo de audio con extensión .WAV de la prueba correspondiente.

- *Software Labview y MatLab*: Son softwares creados por (4) y (5), respectivamente, por medio de los cuales, mediante un entorno gráfico de programación, se crea un programa que permite tomar el archivo de audio guardado previamente y procesarlo hasta obtener finalmente las curvas características del motor de pruebas.

- *Masa con momento de inercia conocido*: Para el cálculo de la potencia de un motor por medio del método de la aceleración libre es necesario conocer el

momento de inercia del motor. En la metodología descrita por (1), para el cálculo del momento de inercia del motor se requiere adicionar al eje del cigüeñal una masa con momento de inercia conocido, que gire solidariamente. Para el caso de este estudio, se fabricó un disco con un cubo que permite que sea atornillado al eje del cigüeñal con el mismo tornillo que fija la polea de la correa del alternador.

- *Software Ansys*: Es un software para simulación por elementos finitos desarrollado por (6). En particular fue utilizado para determinar el momento de inercia de la masa añadida al motor. La ventaja que se obtuvo es que el software permite adjudicarle diferentes propiedades físicas al modelo 3D (por ejemplo el material) y en función de éstas y de su geometría arroja otros parámetros de interés, entre ellos el momento de inercia de la pieza con respecto a cada uno de los ejes coordenados.

- *Banco dinamométrico MAHA LPS 3000*: El banco dinamométrico, el cual aplica un método convencional para la medición de potencia en vehículos, se utilizó para validar los resultados obtenidos por el método de la aceleración libre utilizado en este trabajo al comparar la curva característica de potencia del mismo motor obtenido por los dos métodos aplicados bajo las mismas condiciones.

## 2.2 Métodos

A continuación, se describen los principios físicos en los que se basa el método de la aceleración libre y el cómo, en la práctica, fueron aplicados hasta obtener las curvas características del motor de pruebas.

### 2.2.1 Marco Teórico - Definiciones

En (1), el método se propone como alternativa para evaluar el comportamiento de la potencia efectiva de un motor, con aplicaciones específicas en el estudio del comportamiento de pérdidas mecánicas por su facilidad de aplicación y bajo coste de implementación. En este trabajo se aplica una metodología para desarrollar las ecuaciones que componen el estado del arte del método, hasta determinar las curvas características del motor como variable independiente y las variables dependientes involucradas como la inducción de modos de falla específicos, pruebas de variación de altitud con respecto al nivel del mar y pérdidas mecánicas definidas en (1), (7) y (8). El comportamiento de la potencia efectiva del motor definidas en (1), durante un ciclo de aceleración libre cuando el motor parte desde el ralentí hasta alcanzar sus máximas RPM, y se corta en ese momento el encendido es planteado como metodología aplicable en el estudio.

De acuerdo con los enunciados termodinámicos descritos en (9), los motores térmicos son aquellos que transforman la energía térmica en mecánica, requiriendo un comburente que es normalmente oxígeno proveniente del aire, y un combustible como la gasolina u otros; el motor térmico puede ser de 2 o 4



tiempos. Para que el motor pueda realizar un trabajo neto es necesario que trabaje entre dos focos de calor; un foco caliente del que se extrae el calor, y un foco frío al que cede calor, cuya diferencia será el trabajo realizado. Para determinar tanto el trabajo, la potencia efectiva del ciclo y el torque, sería necesario desarrollar para cualquier motor en estudio todos los cálculos termodinámicos que permitan obtener las curvas características esperadas.

El método permite prescindir del componente termodinámico y evaluar directamente el comportamiento de la potencia y torque utilizando los conceptos de la física contemporánea, definido con la Ec. 1 y Ec. 2 respectivamente, enunciadas en (10), donde se describe a la potencia como la tasa de variación del trabajo en un periodo de tiempo; posteriormente es posible validar los resultados utilizando métodos convencionales de medición, como un banco dinamométrico. La potencia  $P$  en el movimiento circular, se puede escribir como sigue:

$$P = T \cdot \omega \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

$T$ : Es el torque [ $N \cdot m$ ]

$\omega$ : Es la velocidad angular del cuerpo [ $rad/s$ ].

Por otro lado, el torque  $T$ , necesario para acelerar angularmente un determinado cuerpo viene dado por las definiciones en (8):

$$T = I \cdot \alpha \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

$I$ : Es el momento de inercia del de cuerpo sobre el eje de giro [ $kg \cdot m^2$ ]

$\alpha$ : Es la aceleración angular del cuerpo [ $rad/s^2$ ]

De acuerdo con lo anterior, la potencia efectiva  $P_e$ , obtenida por el método de la aceleración libre queda definida en la Ec. 3, según lo presentado en (1):

$$P_e = I_m \cdot \alpha \cdot \omega \quad (\text{Ec. 3})$$

Dónde:

$P_e$ : Potencia Efectiva [ $KW$ ].

$\alpha$ : Aceleración Angular [ $rad/s^2$ ]

$\omega$ : Velocidad angular del motor [ $rad/s$ ]

$I_m$ : Momento de Inercia del Motor [ $Kg/m^2$ ]

De acuerdo con las ecuaciones 2 y 3, es necesario conocer el momento de inercia del motor para el cálculo del torque y la potencia del motor. La metodología

planteada por (1), para su estimación parte del hecho de que el torque de pérdidas de un motor, es constante, y se define en la Ec. 4.

$$T_{pm} = I_m * \alpha_1 \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

$T_{pm}$ : Es el torque de pérdidas mecánicas [N · m]

$I_m$ : Momento de inercia del motor [ $kg \cdot m^2$ ]

$\alpha_1$ : Tasa de desaceleración [ $rad/s^2$ ]

Si se añade al eje del cigüeñal una masa con momento de inercia conocido, se supone que el torque de pérdidas mecánicas permanece constante, pero la tasa de desaceleración cambiaría. Así, la ecuación para calcular el momento de inercia del motor viene dada por (1), así:

$$I_m = \frac{I_c * \alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2} \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

$I_c$ : Momento de inercia conocido [ $kg \cdot m^2$ ]

$\alpha_2$ : Tasa de desaceleración con las dos inercias [ $rad/s^2$ ]

### 2.2.2 Desarrollo:

Para el estudio y desarrollo del método se selecciona un vehículo Hyundai Accent Verna año modelo 2002 el cual contiene un sensor CKP de tipo inductivo y un sistema de inyección electrónica para el efecto.

Se describe a continuación el protocolo para la adquisición de los datos para una prueba cualquiera, para su posterior tratamiento y análisis.

Tomar registro de la temperatura y la presión del aire atmosférico.

- Realizar la conexión del sensor de posición del cigüeñal del vehículo en análisis hasta el sistema de adquisición de datos diseñado para el efecto. Una vez enlazado a la señal del sensor de posición del cigüeñal, se ejecuta el software "Audacity", desarrollado por (3), que permite grabar un archivo de audio de esta señal mientras el motor este encendido.
- Dar inicio a la toma de datos y con el motor en velocidad de ralentí abrir de manera súbita la aleta de aceleración por completo y mantenerla hasta que el motor llegue a su máximo régimen de giro. Una vez alcanzadas las máximas RPM posibles apagar el motor y mantener la aleta de aceleración a fondo hasta que se apague totalmente.
- Con el archivo de audio generado y las pruebas respectivas generar las curvas

características del motor con el software diseñado para el efecto.

Con la señal del sensor CKP con que viene equipado el motor del vehículo se puede determinar la frecuencia instantánea a la que gira el motor, por tanto su velocidad y aceleración angular. En la práctica se toma dicha señal y se adecúa por medio del circuito mostrado en la Fig. 1. La señal de salida del circuito se conecta directamente a través del puerto de micrófono para poder ser grabada como un archivo de audio con extensión .WAV y aplicar la metodología sin causar ningún problema eléctrico que pueda dañar la tarjeta de sonido del computador.

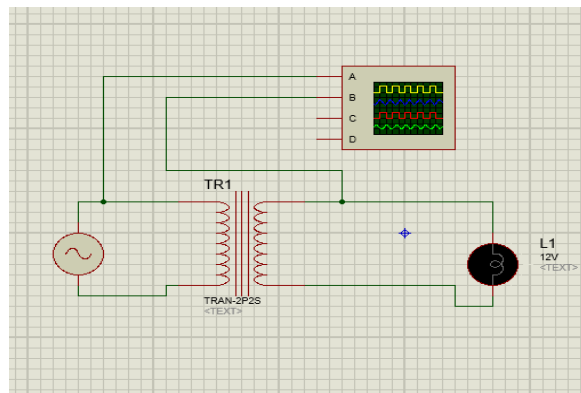


Figura 1. Circuito desarrollado para captar la señal del sensor CKP.

(Fuente: Autores).

En la Fig. 2, se muestra la señal del sensor CKP tomada con un osciloscopio, en azul la señal generada por el sensor CKP y en amarillo la señal adecuada por el circuito, la cual conserva la misma frecuencia, pero sus picos de voltaje son inferiores, lo cual se aprovecha para que esta señal ingrese al puerto de micrófono de un computador y pueda ser grabada dicha señal.

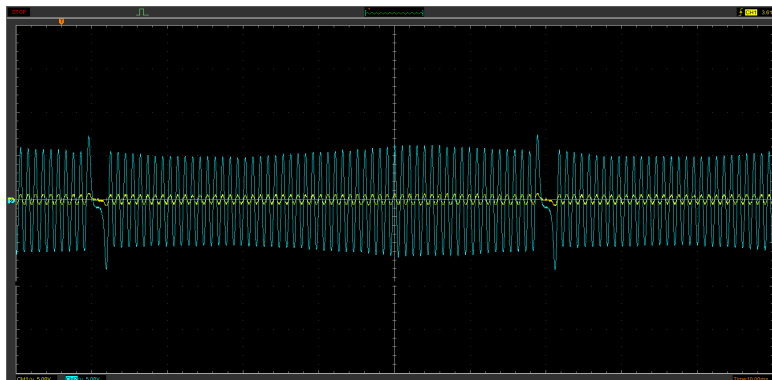


Figura 2. Forma de onda obtenida del sensor inductivo y transformador. (Fuente: Autores).

Una vez grabada la señal en un archivo de audio con extensión .WAV de la prueba, se procede a analizar siguiendo el protocolo descrito, se procesa para extraer de ella tanto la velocidad angular instantánea del motor como su aceleración, para que, con base en las ecuaciones 2 y 3, puedan ser construidas las curvas características del motor de torque y de potencia. Para ello se desarrolló un software utilizando como base lo descrito en (4) y (5). En el software por tanto realiza la siguiente secuencia de acciones para obtener finalmente las curvas características:

- Cargar archivo de audio de la Señal del CKP.
- Determinar el tiempo y la frecuencia de cada ciclo de la señal del sensor CKP. El software primero debe determinar el periodo entre pico y pico de voltaje, para luego, a través de su recíproco, determinar la frecuencia instantánea.
- Obtener la velocidad de giro del motor en RPM y posteriormente en rad/s. La correlación entre la velocidad angular instantánea del motor con la frecuencia de la señal del sensor CKP depende de la cantidad de dientes que tenga la rueda fónica del sensor CKP. Para el caso del vehículo de pruebas son 58 dientes.
- Obtener la aceleración angular aplicando la derivada a la velocidad angular.
- Encontrar las curvas características del motor y procesar los resultados.

### 3. Resultados y Discusión.

Las gráficas de la evolución del torque y de la potencia efectiva en función del régimen de giro del motor son las denominadas curvas características del motor, se muestran en las Fig. 3 y 4 donde la curva superior de la figura corresponde a las pruebas obtenidas por el método de la aceleración libre y la inferior de la figura las curvas de torque y de potencia de pérdidas mecánicas respectivamente.

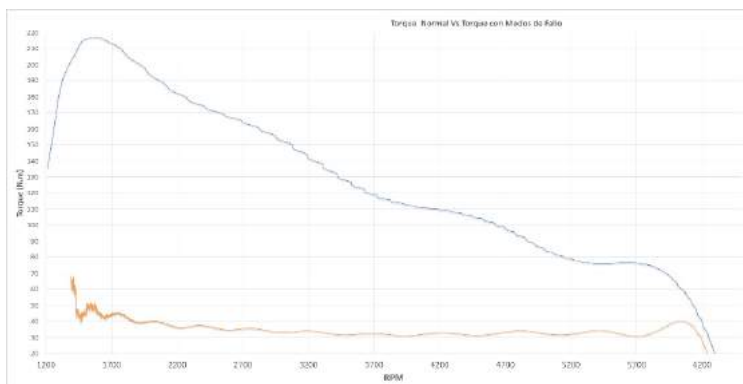


Figura 3. Evolución del torque del motor y torque de pérdidas mecánicas en función de la velocidad angular.

(Fuente: Autores).

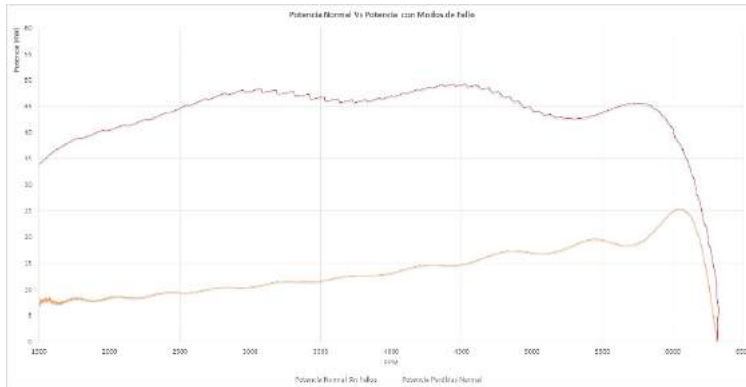


Figura 4. Evolución de la potencia del motor en función de la velocidad angular.

(Fuente: Autores).

En la práctica es necesario resolver cómo añadirle al eje del cigüeñal la masa con momento de inercia conocido, determinar el momento de inercia de dicha masa y medir las desaceleraciones angulares. En la Fig. 5 se muestra la pieza fabricada con momento de inercia conocido y la polea de la banda de accesorios del vehículo. Ambas se ajustan, de manera concéntrica al eje del cigüeñal, con el perno de la polea.

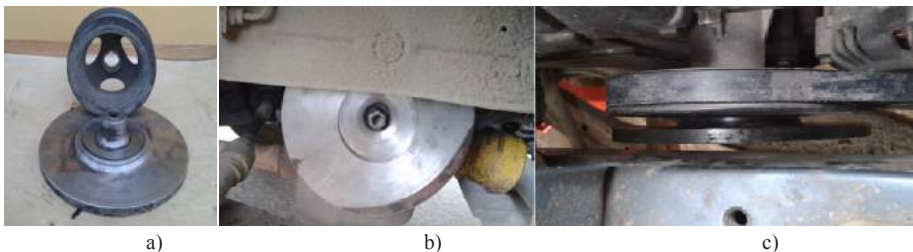


Figura 5. Polea de accesorios y masa diseñada.

a) Disco construido y polea de cigüeñal, b) Disco instalado vista frontal, c) Disco instalado vista superior.

(Fuente: Autores)

El momento de inercia de la masa se calcula utilizando el programa Ansys (6), en el que es posible realizar el modelo en 3D y asignarle un material, para este caso acero. El programa es capaz de, con base en la geometría y el material, entregar el valor del momento de inercia de la pieza con respecto a cada uno de los ejes coordenados. En la Fig. 6 se muestra una imagen de la tabla determinada por Ansys sobre las propiedades físicas de la pieza. El momento de inercia conocido ( $I_c$ ) es igual a  **$0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$** . Adicionalmente, se validaron resultados con cálculos manuales y se determina un valor de:  **$0.019844 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \approx 0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$**

Details of "Part 1"	
<b>Material</b>	
Assignment	Structural Steel
Nonlinear Effects	Yes
Thermal Strain Effects	Yes
<b>Bounding Box</b>	
<b>Properties</b>	
<input type="checkbox"/> Volume	4.3962e-004 m <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> Mass	3.4511 kg
Centroid X	4.9993e-006 m
Centroid Y	9.4758e-007 m
Centroid Z	8.496e-003 m
Moment of Inertia Ip1	1.0223e-002 kg.m <sup>2</sup>
Moment of Inertia Ip2	1.0221e-002 kg.m <sup>2</sup>
Moment of Inertia Ip3	2.0025e-002 kg.m <sup>2</sup>
<b>Statistics</b>	

Figura 6. Análisis físico de la masa modelada en 3D.

(Fuente: Autores)

El cálculo de las desaceleraciones  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  se hace con ayuda del software desarrollado en este trabajo, con el que es posible obtener el perfil de velocidad angular del motor para cada condición, con y sin la añadidura de la masa con momento de inercia conocido. En la Fig. 7 se muestra un ejemplo el perfil de velocidad angular del motor, donde la zona delimitada entre las dos líneas amarillas verticales corresponde a la etapa de desaceleración. Nótese que corresponde a una recta debido a que el torque de pérdidas del motor es constante de acuerdo a las suposiciones iniciales. El programa permite exportar los datos a una hoja de cálculo, donde se grafica nuevamente y se aproxima a una recta. Por definición, la desaceleración definida por (10), (11) y (12), que viene siendo la derivada de la velocidad, correspondiente con la pendiente de la recta, así que basta con graficar la ecuación de la recta para leer directamente el valor de la desaceleración.

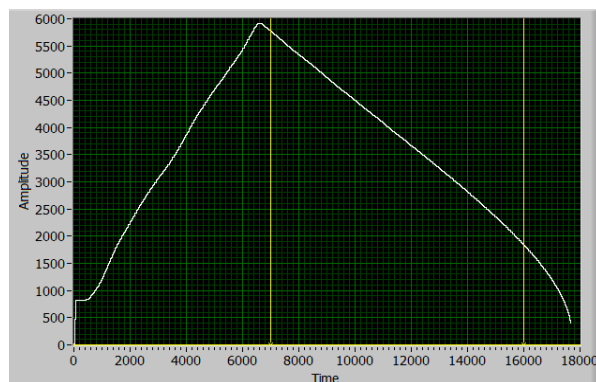


Figura 7. Perfil de velocidad angular del motor obtenida.

(Fuente: Autores)

En este trabajo se realizaron 14 pruebas en cada una de las condiciones para establecer los valores de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ , utilizando el método estadístico definido

por (13). En la Tabla 1. Se muestra un resumen de los resultados obtenidos del momento de inercia, se obtiene que el momento de inercia del motor calculado, es:  $0.088 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \approx 0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

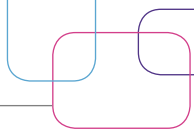
$I_c =$	$0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
$\alpha_1 =$	$-116.57 \text{ rad/s}^2$
$\alpha_2 =$	$-94.98 \text{ rad/s}^2$
$I_m =$	$0.088 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \approx 0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

Tabla 1. Resultados del momento de Inercia obtenidos. (Fuente: Autores)

A continuación, en la Tabla 2, se muestran los modos de fallo que fueron inducidos al sistema de inyección electrónica con el objetivo de analizar cómo afectan la potencia efectiva del motor en porcentaje. Estos modos de fallo tienen la particularidad de ser reproducibles, ya que no dependen de la condición del sensor como tal; es decir, se refieren a que la Unidad de Control de Motor (ECU - engine control unit) del vehículo reciba o no las señales de los diferentes sensores.

N°	Modo de Falla	Condición de falla
1	Fallo de funcionamiento del sensor de Oxígeno	El sensor de $O_2$ no da señal.
2	Mezcla de combustible demasiado pobre.	El sensor de $O_2$ defectuoso entrega una señal de mezcla pobre.
3	Mezcla de combustible demasiado rica	El sensor de $O_2$ defectuoso entrega una señal de mezcla rica.
4	Comprobación de rango se sensor MAP bajo.	El sensor defectuoso no entrega señal.
5	Señal alta de circuito de temperatura de aire de admisión IAT	El sensor defectuoso no entrega señal.
6	Señal alta de circuito de temperatura de refrigerante de motor ECT	El sensor defectuoso no entrega señal.
7	Problema de Rango o rendimiento del circuito del sensor TPS.	El sensor defectuoso no entrega señal.
8	Fallo de funcionamiento del sensor CMP	El sensor defectuoso no entrega señal.
9	Señal Baja / Alta del circuito del inyector	Se detecta un circuito abierto o un cortocircuito a masa en el circuito inyector de combustible defectuoso.
10	Señal Baja / Alta de la válvula de ralentí.	Se detecta un circuito abierto o un cortocircuito a masa en el circuito de la válvula de ralentí
11	Fallo de encendido detectado.	No existe encendido para uno de los cilindros.





12	Circuito abierto / cortocircuito de la válvula de control de purga del sistema de control de emisiones EVAP	Se detecta un circuito abierto o un cortocircuito a masa en el circuito de la válvula EVAP
----	---	--

Tabla 2. Descripción de los modos de fallo inducidos.

(Fuente: Autores)

Los resultados de estas pruebas se agrupan en tres bloques presentados en la Fig. 8, donde se muestran las curvas de potencia, obtenidas al inducir los modos de fallo relacionados con el sensor de oxígeno. En la Fig. 9 se muestran las relacionadas con los modos de fallo en sensor MAP, TPS y sin inyector 1. Y en la Fig. 10 se muestran las relacionadas con los sensores IAT, ECT, CMP, sin encendido en el cilindro 1 y sin Válvula EVAP.

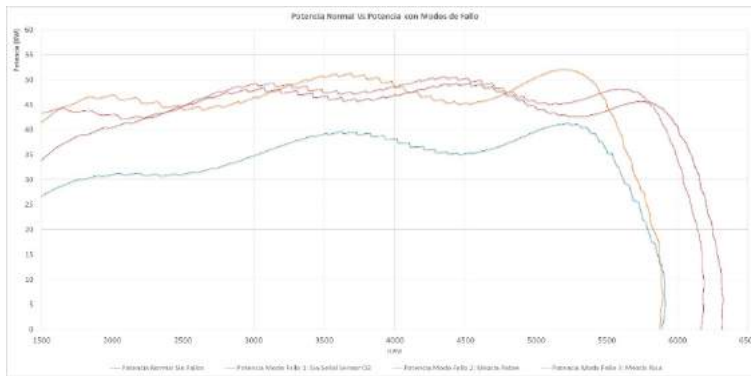


Figura 8. Curvas de potencia normal sin fallos vs potencia con modos de fallo sin sensor de oxígeno, mezcla pobre y mezcla rica.

(Fuente: Autores).

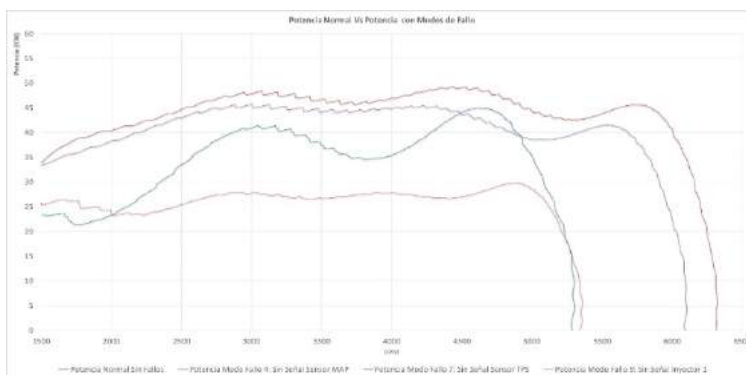


Figura 9. Curvas de potencia normal sin fallos vs potencia con modos de fallo sin señal sensor MAP, sin señal sensor TPS, sin inyector 1.

(Fuente: Autores).

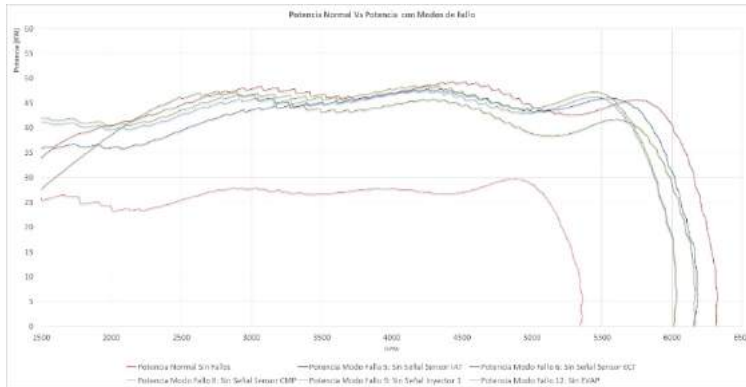


Figura 10. Curvas de Potencia Normal sin Fallos vs Potencia con Modos de fallo Sin señal IAT, ECT, CMP, sin Ignición cilindro 1 y sin EVAP.

(Fuente: Autores).

Los modos de fallo asociados al malfuncionamiento del sensor de oxígeno presenta variaciones en la potencia de hasta un 31,7% cuando se simula una mezcla aire-combustible rica y variaciones de hasta un 8.5% cuando se simula una mezcla pobre. Por otro lado, la ausencia de la señal del sensor TPS influye de manera considerable en la potencia del motor: su comportamiento es errático a lo largo de los distintos regímenes de revoluciones. Además presenta una caída del 12,8% en la potencia máxima alcanzada. En cuanto a los fallos asociados a los sensores MAP, IAT, ECT y CMP, así como los asociados a la válvula EVAP, no tienen incidencias representativas en la potencia del motor, al no superar la variación de su máximo valor en más del 7%. Finalmente se observa que al inhabilitar un cilindro ya sea a través de la desconexión de su respectivo inyector o a través de la interrupción del encendido, se presenta una caída de potencia del 43%.

En vista del comportamiento de la potencia al inhabilitar uno de sus cilindros, surge como método de diagnóstico del motor la desactivación sucesiva de cilindros y la comparación de las curvas de potencia obtenidas en cada caso con la curva de potencia del motor cuando funcionan todos sus cilindros. En la Fig. 11 se muestran las curvas de potencia normal vs curvas de potencia con la desactivación sucesiva de cilindros por medio de corte de combustible. La interpretación de la figura, se fundamenta en identificar cuál de los cilindros está haciendo un menor aporte de potencia al motor, asumiendo que este pueda presentar problemas ya sea de compresión o de encendido. Se entiende que el cilindro defectuoso será aquel cuya curva de potencia asociada se acerque más a la curva de referencia cuando el motor está en condiciones normales de funcionamiento. En este caso, es el cilindro 2 el que está haciendo el menor aporte, pero sin embargo no presenta un desbalance representativo con respecto a los otros tres cilindros.

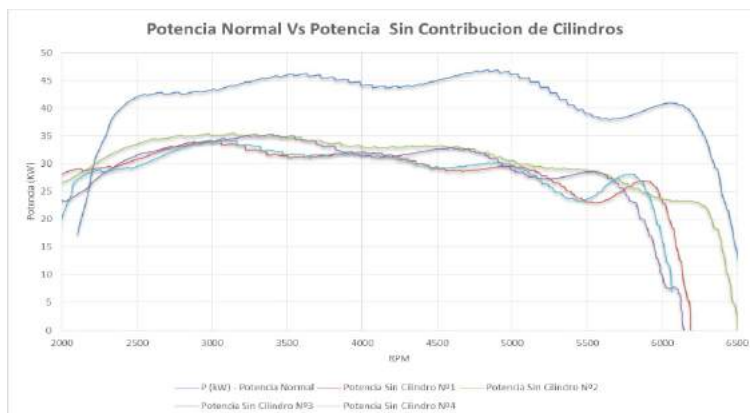


Figura 11. Curvas de potencia normal vs curvas de potencia con la desactivación sucesiva de cilindros por medio de corte de combustible.

(Fuente: Autores).

Se realiza también un análisis del comportamiento de la potencia conforme se aumenta la altura sobre el nivel del mar. Para ello se realiza una ruta en varias ciudades de diferentes alturas, realizando la medición de potencia en los lugares presentados en la Tabla 3, en la que además se muestra la altura sobre el nivel del mar en dicho punto y el valor promedio de cuatro pruebas de la potencia realizadas en cada ciudad.

Ubicación	Altura (m.s.n.m)	Potencia máx. (kW)
Cochancay	127	68.93
La Delicia	578	61.85
Javin	1144	60.09
Chil Chil	1681	56.13
La Dolorosa	2697	48.24
Buerán	3635	46.38

Tabla 3. Resultados de potencia máxima obtenida a diferentes alturas.

(Fuente: Autores)

Como se puede observar, la potencia es inversamente proporcional a la altura; por cada 100 m.s.n.m más arriba, el vehículo pierde 0.63 kW equivalente a aproximadamente un 1% del valor medido sobre el nivel del mar, lo cual valida también la investigación, dado que otras literaturas consultadas con diferentes métodos como en (14), estiman un comportamiento similar a los obtenidos con este método y con curvas características plenamente definidas en Lecuona, *et. al.* en (1) y en Rodríguez, *et. al.* en (1).

Se realizó pruebas de desactivación de uno de los cilindros del motor por corte de combustible, y medición de potencia con el banco dinamométrico y con la

metodología planteada para validar los resultados obtenidos, para que en ambos casos se estime la pérdida en porcentaje de potencia que el motor tendría, la cual difiere alrededor del 4,07% de diferencia en la misma condición de operación del motor instalado en el vehículo. Aquello valida también los resultados obtenidos con este método, se muestran en la tabla 4.

Condiciones/ Resultados	Potencia En Banco Dinamométrico (Kw)	Potencia Método Aceleración Libre (Kw)
% De pérdida de potencia inhabilitando el cilindro N°1.	53.19%	57.26%

Tabla 4. Pérdidas de potencia al inhabilitar el primer cilindro medido con ambos métodos.

#### 4. Conclusiones

El desarrollo del método de la aceleración libre se presenta como una manera económica para estudios de este tipo, y son de utilidad a la hora de replicar a futuro utilizando el método. Se puede mencionar los alcances importantes en este trabajo en el uso de una tarjeta de sonido de un computador portátil como mecanismo de adquisición de datos, el uso de un software gratuito de grabación de sonido y el uso de la señal del sensor CKP, que ya viene instalado a bordo de todos los vehículos con sistemas de inyección electrónica como medio para capturar la frecuencia de giro del motor, entre otros.

Las pérdidas mecánicas en el motor no se ven afectadas por las pruebas realizadas, ya que estas dependen de otros aspectos diferentes a los relacionados con el sistema de inyección electrónica. Es por ello que los análisis realizados se centraron en las curvas de potencia efectiva obtenidas.

El método de la aceleración libre para el cálculo del torque y de la potencia depende directamente de la capacidad que se tenga para hacer una correcta medición de la aceleración del motor durante la prueba. En este sentido, se comprueba que el método y las herramientas utilizadas son las adecuadas, al comparar el valor del momento de inercia encontrado con valores de referencia encontrados en la literatura consultada y con las pruebas comparativas realizadas en el banco dinamométrico al deshabilitar un cilindro y medir en las mismas condiciones en el banco y con el método propuesto.

Los modos de fallo asociados al malfuncionamiento del sensor de oxígeno presenta variaciones en la potencia de hasta un 31,7% cuando se simula una mezcla aire-combustible rica y con variaciones de hasta un 8.5% cuando se simula una mezcla pobre. La ausencia de la señal del sensor TPS influye de manera considerable en la potencia del motor: su comportamiento es errático a lo largo de los distintos regímenes de revoluciones, que inclusive llegan tan sólo hasta las 4500 rpm, frente a las 6500 rpm habituales a las que llega el motor bajo condiciones normales. Además presenta una caída del 12,8% en la potencia

máxima alcanzada. Los fallos asociados a los sensores MAP, IAT, ECT y CMP, así como los asociados a la válvula EVAP en este motor, no tienen incidencias representativas en la potencia del motor, al no superar la variación de su máximo valor en más del 7%. Al inhabilitar un cilindro ya sea a través de la desconexión de su respectivo inyector o a través de la interrupción del encendido, se presenta una caída de potencia del 43%.

La medición de potencia por el método de la aceleración libre puede usarse como una herramienta para presumir problemas en elementos electrónicos o problemas con desempeño de cualquiera de los cilindros, ya que las curvas de potencia obtenidas bajo los modos de fallo asociados a estos componentes son muy particulares. Así mismo se puede utilizar el método para el diagnóstico del estado de compresión de los diferentes cilindros al inhabilitar uno a uno midiendo la respectiva potencia en cada caso. Luego se comparan las curvas obtenidas y se asume que aquel cilindro cuyo aporte a la potencia total del vehículo sea la menor, es el que presenta problemas de compresión.

La portabilidad de los elementos necesarios para la medición de la potencia por el método de la aceleración libre facilita hacer el análisis de la variación de la potencia en función de la altura sobre el nivel del mar. De acuerdo con los resultados obtenidos al realizar la medición de potencia en el vehículo de pruebas a diferentes alturas se concluye que la potencia es inversamente proporcional a la altura; por cada 100 m.s.n.m más arriba, el vehículo pierde 0.63 kW equivalente a aproximadamente un 1% del valor medido sobre el nivel del mar.

## Agradecimientos

A la ESPOCH, por considerar el estudio para su publicación.  
Agradecimientos por la participación en el desarrollo del trabajo: A la Escuela Politécnica Nacional, al Instituto Tecnológico Superior Luis Rogerio González, a la ESPOCH-Carrera de Ingeniería Automotriz, y a la Universidad Nacional de Colombia.

## Referencias

1. F. P. González and J. M. D. Fernández, *Motores de combustión interna alternativos*. Editorial Universitat Politècnica de València, 2011.
2. L. E. Ltd, “Proteus Design Suite (Versión 8.6 SP2) [Software] Recuperado de Labcenter Electronics Ltd: <http://www.labcenter-electronics.com>.”
3. D. D. Mazzoni, Roger, “Audacity (Versión 2.1.3) [Software] Recuperado de Audacity: <http://www.audacityteam.org>.”
4. N. Instruments, “NI LabVIEW (Versión 2013) [Software] Recuperado de National Instruments: <http://www.ni.com/labview>.”
5. C. Moler, “MATLAB (Versión R2011a) [Software] Recuperado de MathWorks: <https://www.mathworks.com/product/ltc/matlab.html>.”
6. J. A. Swanson, “Ansys Workbench (Versión 14.0) [Software] Recuperado de Swanson

Analysis Systems, Inc.: <http://www.ansys.com>.”

7. J. A. Á. Flórez, *Motores alternativos de combustión interna*. Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica, 2005.
8. D. G. Calleja, *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Ediciones Paraninfo, SA, 2015.
9. Y. A. Çengel, M. A. Boles, and G. N. Cázares, *Termodinámica* (no. QC311 C4 1996.). McGraw-Hill, 2006.
10. F. P. J. Beer and E. Russel, “Mecánica vectorial para ingenieros: dinámica/Ferdinand P. Beer, Russel Jonston E. y Phillip J. Cornwell; traducción Jesús Elmer Murrieta Murrieta y Gabriel Nagore Cazares.”
11. M. Alonso and E. J. Finn, *Fundamental university physics*. Addison-Wesley Reading, MA, 1967.
12. R. C. Hibbeler, *Mecánica vectorial para ingenieros: dinámica*. Pearson Educación, 2004.
13. R. Pierce, “Varianza y desviación estándar.”
14. F. A. Cargua Colcha and J. C. Castelo Valdivieso, “Determinación de la variación de par motor, potencia, y pérdidas mecánicas en un motor de encendido provocado (MEP) en función de la presión atmosférica y temperatura ambiente a través del método de aceleración libre,” Quito, 2017., 2017.

# ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES PROVOCADAS EN UNA JUNTA TIPO T DE TUBOS CUADRADOS POR EFECTO DE LA SOLDADURA

(ANALYSIS OF DEFORMATIONS CAUSED IN A T-TYPE JOINT OF  
SQUARE TUBES BY WELDING EFFECT)

Milton Israel, Quinga Morales<sup>(1)\*</sup>, Santiago Alejandro, López Ortiz<sup>(1)</sup>, Jorge Estuardo, Freire Miranda<sup>(1)</sup>,  
Lenin Santiago, Orozco Cantos<sup>(1)</sup>, Carlos Ramiro, Cepeda Godoy<sup>(1)</sup>.

(1) Escuela de Ingeniería Automotriz, Facultad de Mecánica,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana sur km 1 ½ Riobamba-Ecuador

\*Correspondencia. Tel.: 0982159334, (03) 2998200 ext. 712,  
E-mail: milton.quina@esPOCH.edu.ec (M. Quinga)

## RESUMEN

La industria manufacturera ecuatoriana de carrocerías emplea como principal elemento de unión procesos de soldadura fuerte, la elevada temperatura de operación genera cambios en la estructura interna del material, provocando la deformación y concentración de esfuerzos en las juntas que conforman la estructura de la carrocería de autobuses. El estudio de las deformaciones provocadas en una junta predominante de la estructura como la unión tipo T, permitirá encontrar los parámetros que produzcan la menor distorsión de los perfiles, usando un diseño experimental y un software especializado en soldadura, se puede identificar los factores que influyen directamente en la distorsión de juntas soldadas y controlarlos, el propósito principal es replicar el fenómeno empleando el mismo material, maquinaria y herramientas que utiliza la industria metal-mecánica nacional, garantizar un diseño robusto, brindar soluciones eficaces al sector manufacturero del país y evitar las pérdidas por reprocesos.

**Palabras claves:** *Deformación, junta tipo T, juntas soldadas, soldadura, DOE, optimización.*

## ABSTRACT

The Ecuadorian bodybuilding industry uses brazing processes as the main joining element, the high operating temperature generates changes in the internal structure of the material, causing deformation and concentration of stress in the joints that make up the structure of the bus body. The study of the deformations caused in a predominant joint of the structure such as the T-type joint, will allow to find the parameters that produce the least distortion of the profiles, using an experimental design and specialized software in welding, you can identify the factors that influence directly in the distortion of welded joints and control them, the main purpose is to replicate the phenomenon using the same material, machinery and tools used by the national metal-mechanical industry, ensure a robust design, provide effective solutions to the country's manufacturing sector and avoid losses due to reprocessing.

**Key words:** *Deformation, T-type joint, welded joints, welding, DOE, optimization.*



## 1. Introducción

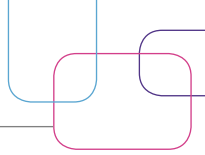
En la industria manufacturera de carrocerías se emplean perfiles estructurales, cuyo proceso de unión se lo realiza por soldadura fuerte, es decir que la temperatura de fusión del material de aporte supera los 430 °C y se aprovecha el aporte de calor de una máquina de soldar para lograr la unión de las piezas por fusión, la disposición de las piezas determina el tipo de junta (1).

En el proceso de soldadura ocurren diferentes fenómenos físicos como consecuencia de la interacción del campo de temperatura (termodinámica), campo de esfuerzos, deformaciones (mecánica) y campo de estado microestructural (metalurgia) (2), se llamará junta o unión a la forma en que las piezas a soldar quedarán unidas por algún método, en el presente trabajo se empleará una junta tipo T, ya que es el tipo de unión predominante en los paneles laterales de la estructura de un autobús.

El esfuerzo en las juntas vendrá dado por los parámetros de soldadura. Cuanto mayor es la intensidad de corriente, mayor es la cantidad de material fusionado, por lo que se obtiene un cordón más grande. El tamaño del cordón está directamente relacionado con su resistencia mecánica, pero si la corriente de soldadura excede un valor crítico el cordón no aumenta más, generándose una expulsión de metal líquido de la junta; es decir, parte del metal fundido se expulsa de la zona del cordón de soldadura (3).

Uno de los propósitos de este trabajo, es optimizar el proceso de soldadura para reducir las deformaciones al mínimo, por lo que se emplea la filosofía de Taguchi para el Diseño de Experimentos (DOE), donde establece que la calidad de un producto debe ser medida en términos de abatir al mínimo las pérdidas (4), para el caso de una empresa carrocera, el que sus perfiles acumulen deformaciones en cada unión, representa al final una gran pérdida porque se deben realizar reprocesos y correcciones en la estructura.

En los procesos de manufactura de carrocerías en el Ecuador, se emplean con frecuencia la soldadura semiautomática por arco eléctrico con electrodo consumible en atmósfera de gas protector inerte (MIG) o gas protector activo (MAG), debido a la rapidez de trabajo en comparación a una soldadura por arco eléctrico manual, pero independientemente del proceso, todos tienen la particularidad de lograr la unión soldada en una zona pequeña, estas fuentes de calor concentradas originan en la zona de unión de las piezas calentamientos y enfriamientos mas o menos prolongados, lo cual ocasiona que las uniones soldadas estén sometidas a variaciones o ciclos térmicos (5).



## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Material

El material para el experimento es el mismo que se utiliza para la estructura de un autobús, deben ser perfiles y tubería estructural protegida contra la corrosión que cumplan con las normas NTE INEN 2415 y NTE INEN 1623, de acuerdo con las exigencias de los organismos de control (6), en la tabla 1 se indica la composición química y propiedades del tubo cuadrado ASTM A500 de 50 mm y un espesor de 3 mm que se empleó en el estudio.

Grado	Max % C	Max % Mn	Max % P	Max % S	Min % Cu	Resistencia a la tracción	Límite de fluencia	Elongación
A	0,26	1,35	0,035	0,035	0,20	310 MPa	230 MPa	25 %

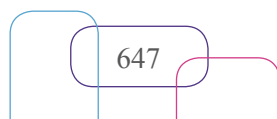
Tabla 1. Composición química y propiedades principales del tubo cuadrado negro según la norma ASTM A 500

### 2.2 Método de soldadura

Se empleó una máquina soldadora Cebora Mig Weld 181 C para realizar cuatro cordones en una junta tipo T de tubos cuadrados de 50 mm de sección y 3 mm de espesor, la unión de los tubos para formar la junta tipo T, se efectuó primeramente con cuatro puntos sobre guías fijas en una mesa de trabajo, con el objetivo de garantizar la similitud de todas las juntas antes de realizar los cuatro cordones por junta, tal como se muestra en la Fig. 1.



Fig. 1. Probetas de juntas tipo T después de aplicación de la soldadura.



### 2.3 *Diseño de Experimentos*

Para definir el arreglo ortogonal del diseño de experimentos, se involucran las variables controlables del sistema, y para verificar la linealidad o no de los efectos que cada una de las variables tenga sobre la respuesta se seleccionan tres niveles por factor.

#### 2.3.1 *Factores*

Se definen por las limitaciones de la máquina de soldar y la secuencia de los cordones, es así como se establecieron los siguientes factores:

##### 2.3.1.1 *Velocidad de avance del alambre*

Determina la rapidez con la que el electrodo o material de aporte sale por la boquilla de la pistola de soldadura, sus valores se expresan en metros por minuto, sus niveles se fijan en 5; 5,5 y 6 m/min que determina el rango adecuado para soldar elementos de espesores delgados.

##### 2.3.1.2 *Amperaje*

Es la cantidad de energía que circula por los electrodos, marcará la rapidez de fundición del material de aporte y el nivel de penetración de la soldadura, la máquina emplea una perilla de 6 posiciones para controlar el amperaje, los valores se resumen en la tabla 2, conforme a la ficha técnica de la máquina. Los valores seleccionados para el experimento corresponden a las posiciones 4, 5 y 6, ya que los niveles inferiores resultan insuficientes para fundir los tubos.

Posición	Amperaje
	(A)
1	27,5
2	55
3	82,5
4	110
5	137,5
6	165

Tabla 2. Valor de amperaje según la posición de la perilla. Cebora Mig Weld 181 C

##### 2.3.1.3 *Secuencia de los cordones*

Este factor pretende marcar en el operario un hábito enfocado en reducir las deformaciones en las juntas, cada una de las secuencias seleccionadas para el estudio se describen en la tabla 3.

Secuencia	Descripción	Esquema
1	Partiendo de un punto en la esquina de la junta se realiza en forma continua cuatro cordones en sentido horario hasta llegar al punto de partida.	
2	Se realizan cordones individuales de manera que se alternen cada uno de los lados. No hay continuidad.	
3	Partiendo del mismo punto en una esquina de la junta se realizan dos cordones continuos por lado.	

Tabla 3. Descripción de las secuencias de los cordones de soldadura en una junta.

### 2.3.2 Variable de respuesta

Permite comparar cada uno de los experimentos y se define como la deformación resultante en los ejes X, Y y Z en la probeta una vez aplicados cuatro cordones de soldadura, la deformación o variación de la probeta se evalúa en cada uno de los ejes con respecto a un patrón de junta en T previamente fabricado, se expresa en milímetros y se mide con un calibrador pie de rey que cuenta con una repetibilidad de 0,01 mm, una resolución de 0,01 mm y un error instrumental de  $\pm 0,02$  mm.

Para el diseño de experimentos se contemplan tres factores con tres niveles cada uno, que se ajustan a un arreglo ortogonal L9 de Taguchi, que permite reducir considerablemente el número de experimentos, la matriz de factores con los resultados promedios de tres corridas se muestra en la tabla 4, y los resultados de la simulación se muestran en la tabla 5.

Experimento	Velocidad de Avance	Amperaje (Posición perilla)	Secuencia de cordones	Deformación en X	Deformación en Y	Deformación en Z
	m/min			mm	mm	mm
1	5	4	1	4,11	2,27	0,44
2	5	5	2	3,67	4,16	0,32
3	5	6	3	3,68	4,72	0,22
4	5,5	4	2	5,08	2,39	0,32

5	5,5	5	3	2,72	3,21	0,27
6	5,5	6	1	4,71	3,86	0,37
7	6	4	3	4,63	3,34	0,59
8	6	5	1	2,68	3,25	0,21
9	6	6	2	5,58	2,90	0,57

Tabla 4. Matriz de experimentos, factores y variables de respuesta, (Caso práctico).

Experimento	Velocidad de Avance	Amperaje (Posición perilla)	Secuencia de cordones	Deformación en X	Deformación en Y	Deformación en Z
	m/min			mm	mm	mm
1	5	4	1	3,52	2,25	0,75
2	5	5	2	3,45	4,65	0,325
3	5	6	3	3,75	4,5	0,31
4	5,5	4	2	5,25	2,25	0,18
5	5,5	5	3	2,55	2,95	0,25
6	5,5	6	1	4,6	4	0,4
7	6	4	3	4,4	2,82	0,66
8	6	5	1	2,75	3	0,23
9	6	6	2	5,25	2,85	0,5

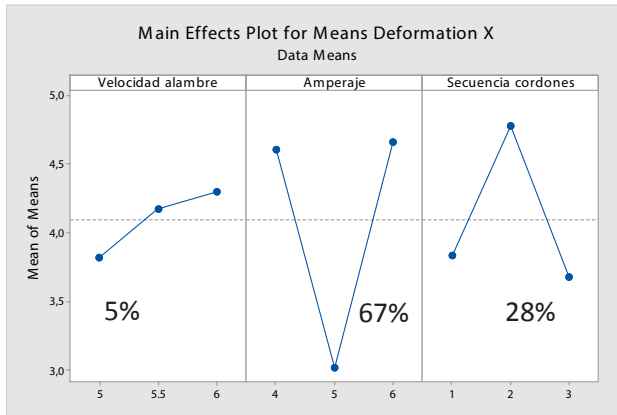
Tabla 5. Matriz de experimentos, factores y variables de respuesta, (Simulación).

### 3. Resultados y discusión

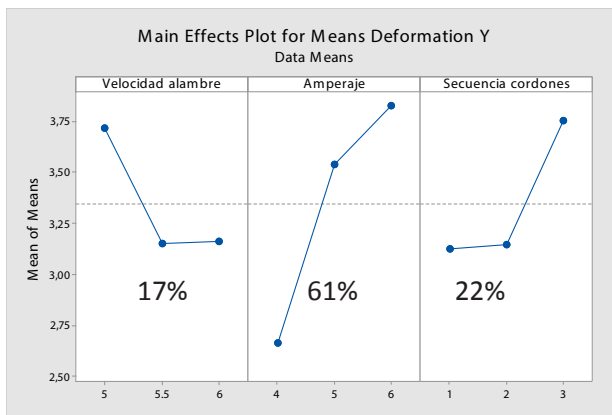
Se comparó los resultados del experimento práctico, donde se ensayaron 27 probetas como las que se muestran en la figura 1, y los resultados de la simulación bajo las mismas condiciones, para el efecto se utilizó Minitab 17.

#### 3.1 Efectos principales del experimento práctico

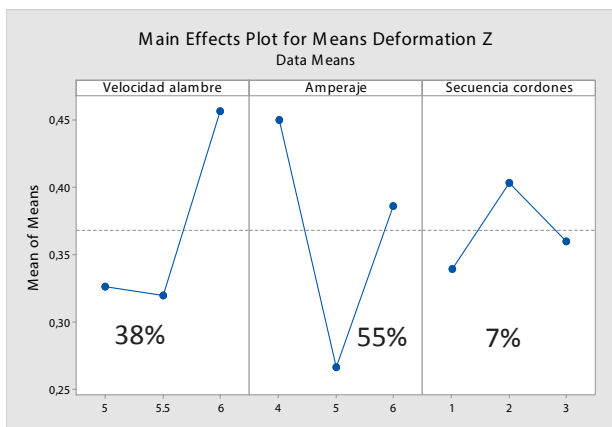
En la Fig. 2 se muestran las gráficas de efectos principales que resultaron del análisis de los datos con la opción menor es mejor, debido a que se requiere el menor resultado posible. En (a) y (b), los efectos principales de los factores en la deformación sobre el eje X y Y respectivamente, el amperaje es la variable de mayor importancia, mientras que la velocidad del alambre es el de menor importancia, conforme a su factor de influencia (7), en (c) donde se indica la deformación de la junta sobre el eje Z el Amperaje sigue siendo la variable de mayor importancia, mientras la secuencia de los cordones de soldadura es el de menor importancia.



(a)



(b)



(c)

Fig. 2. (a) Gráfica de efectos principales para la deformación en el eje X, (b) Gráfica de efectos principales para la deformación en el eje Y, (c) Gráfica de efectos principales para la deformación en el eje Z, los porcentajes indican el factor de influencia.

En el experimento el amperaje tiene un mayor impacto en la deformación, y, la velocidad del alambre el menor impacto, lo cual concuerda con el trabajo *Optimization and control of bending distortion of submerged arc welding I-beams* realizado por M. Hayajneh, A. Al-Dwairi y S. Obeidat en 2018, donde se concluye que el voltaje (estrechamente relacionado con el amperaje) es el factor de mayor importancia y la velocidad del alambre es el de menor importancia.

### 3.2 Efectos principales en la simulación

La importancia de introducir un método computacional como alternativa a un experimento práctico, radica en que se eliminan los costos de material, horas hombre, maquinaria y desperdicios innecesarios, pero, el método de elementos finitos debe garantizar fiabilidad y bajo costo operacional, y, debido a que no existe un límite físico al manejar un paquete de software, se pueden realizar un sinnúmero de simulaciones conforme a las necesidades de la industria.

Uno de los aspectos a considerar en una simulación es que no importa cuantas veces se ejecute una solución del problema, si no se cambian los datos de entrada (condiciones de frontera), se obtendrá siempre el mismo resultado, en la Fig. 3 se muestran los resultados de una simulación.

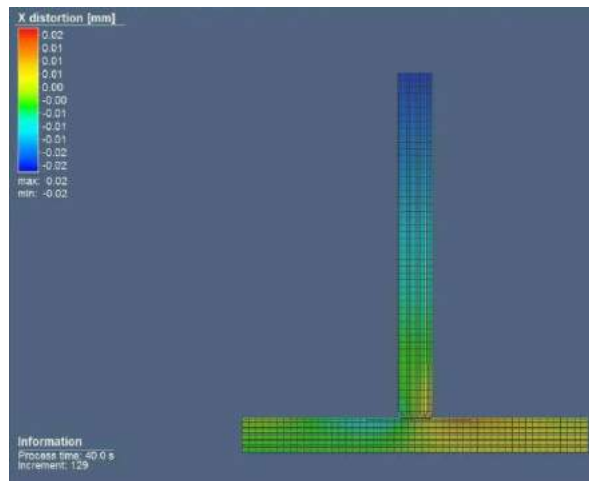
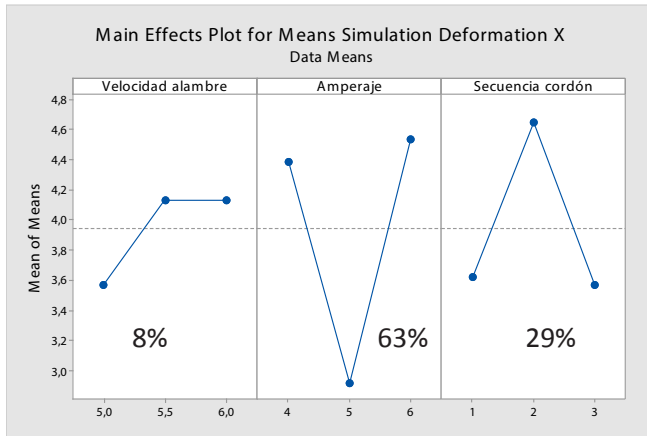


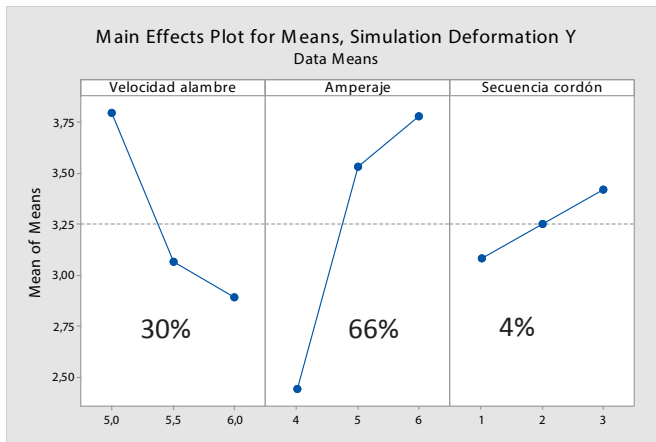
Fig. 3. Resultado de una corrida del Diseño de Experimentos, se muestran las deformaciones en: eje X.

Al igual que en el caso práctico, en la Fig. 4 se muestran los efectos principales por cada factor, donde el amperaje es el de mayor importancia ya que posee el factor de influencia más elevado.

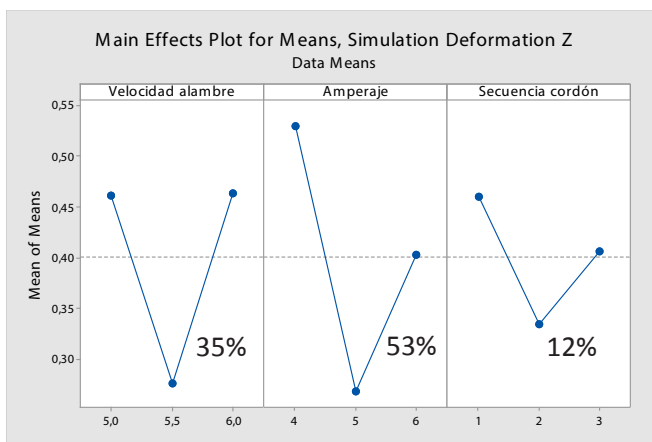




(a)



(b)



(c)

Fig. 4. (a) Gráfica de efectos principales para la deformación en el eje X, (b) Gráfica de efectos principales para la deformación en el eje Y, (c) Gráfica de efectos principales para la deformación en el eje Z, los porcentajes indican el factor de influencia.

## 4. Conclusiones

El diseño de experimentos muestra el mejor resultados de manera discreta dentro del dominio de soluciones, los parámetros recomendables para reducir las deformaciones son: a) para el eje X la velocidad del electrodo en 6 m/min, la posición de la perilla de amperaje en 5 y la secuencia de cordones número 1, b) para el eje Y la velocidad del electrodo en 5 m/min, la posición de la perilla de amperaje en 4 y la secuencia de cordones número 1, c) para el eje Z la velocidad del electrodo en 6 m/min, la posición de la perilla de amperaje en 5 y la secuencia de cordones número 1.

El factor más importante es el amperaje, su influencia esta entre el 53% y 67% directamente relacionado con el aporte de calor, por lo que es importante fijar esta variable en primer lugar para obtener un pleno control de las deformaciones. Las deformaciones promedio en el caso práctico son: eje X = 4,10 mm; eje Y = 3,35 mm; eje Z = 0,37 mm, por este motivo se difiere en el factor de menor importancia en el eje Z, ya que al ser apenas el 9% de la deformación del eje X, y al tener una variación tan pequeña en deformación en este eje, no es evidente el cambio entre cada factor.

## Agradecimientos

Un agradecimiento profundo a las autoridades de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y su Facultad de Mecánica, por dar el impulso a proyectos de investigación dirigidos a fortalecer la matriz productiva del país.

Los autores.

## Conflicto de intereses

Los Autores del presente estudio, manifestamos que no existen intereses particulares y de ninguna naturaleza con la comunidad científica o centro de costos de la Espoch, que pudiesen afectar los resultados de esta investigación.

## Referencias

1. Leobardo S, Zárate L, Bernache C. Procesos de soldadura. primera edición. México: Instituto Politécnico Nacional; 2008.
2. W. Bullón, J. Acosta, R. Franco, Q. Valverde. Simulación de un proceso de soldadura mediante un modelo termo - mecánico considerando el efecto de esfuerzos residuales utilizando el método de los elementos finitos. 8º Congreso Iberoamericano De Ingeniería Mecánica; 2007 Oct 23-25; Cusco. Perú. p.1-5
3. J. Varela, V. Miguel, A. Martínez, J. Naranjo, M. Cañas. 2017. Optimization of electrical parameters in Resistance Spot Welding of dissimilar joints of micro-alloyed steels TRIP sheets. Procedia Manufacturing 13: 2-4

4. H. Pulido, R. de la Vara. Análisis y diseño de experimentos. México: McGraw-Hill; 2008.
5. O. Rodríguez. Metalurgia de la soldadura. Cuba: Editorial Universitaria; 2013.
6. NTE INEN 1668. Vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovincial. Requisitos. Primera revisión, 2015-03
7. J. Miranda. Product design: techniques for robustness, reliability and optimization. México: Tecnológico de Monterrey; 2004.
8. M. Hayajneh, A. Al-Dwairi, S. Obeidat. 2018. Optimization and control of bending distortion of submerged arc welding I-beams. Journal of Constructional Steel Research 142: 1-8.



# INFLUENCIA DEL SALARIO EMOCIONAL EN LA RETENCIÓN DEL TALENTO HUMANO EN UNA ORGANIZACIÓN

(INFLUENCE OF EMOTIONAL SALARY ON THE RETENTION OF  
HUMAN TALENT IN AN ORGANIZATION)

J. Alejandra Viñán Villagrán <sup>(1)\*</sup>, F.F. Navarrete Chávez <sup>(2)</sup>,  
G. P. Torres Guananga <sup>(3)</sup>, G. L. Lara Noriega A. <sup>(4)</sup>

(1) Docente UAN ESPOCH,

(2) Docente Facultad de Ciencias ESPOCH,

(3) Director de la UAN – ESPOCH,

(4) Docente de Facultad de Administración de Empresas ESPOCH

\*Correspondencia. Tel.: 0995682084, Fax: 2998200,  
E-mail: janinavv@hotmail.com (J. Alejandra Viñán Villagrán)

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad analizar la influencia del salario emocional en la retención del talento humano en una organización, sabiendo que la remuneración y los beneficios económicos son importantes, los empleados cada vez se sienten más motivados por un beneficio no económico o expresado en otro término; salario emocional. En los últimos años el salario emocional ha marcado una tendencia importancia dando como resultado empleados motivados no solamente desde el punto de vista económico sino también por los beneficios adicionales, que conllevan a un personal empoderado con sentido de pertenencia con la organización y sobre todo en el ámbito laboral. En este trabajo se utilizó una metodología basada en una encuesta que fue procesada y analizada mediante la herramienta SPSS 21. La encuesta tuvo un sentido transversal y fue aplicada a 30 personas (muestra no probabilística) de una compañía de servicios de ingeniería. Los principales resultados obtenidos evidenciaron que el salario emocional tiene influencia en las personas al momento de tomar una decisión de permanencia en una organización.

**Palabras clave:** *talento humano, salario, motivación.*

## ABSTRACT

The purpose of this paper was to analyze the influence of emotional salary on the retention of human talent in an organization, knowing that remuneration and economic benefits are important, employees increasingly feel motivated by a non-economic benefit or expressed in another finished; emotional salary. In recent years the emotional salary has marked an important trend resulting in employees motivated not only from the economic point of view but also by the additional benefits, which entail an empowered staff with a sense of belonging to the organization and especially in the labor sphere. In this work, a methodology was used based on a survey that was processed and analyzed using the SPSS 21 tool. The survey had a transversal sense and was applied to 30 people (non-probabilistic sample) from an engineering services company. The main

results obtained showed that emotional salary influences people when making a decision to stay in an organization.

**Key Words:** *human talent, salary, motivation.*

## 1. Introducción

El concepto de recursos humanos surge en la década de 1900, como una reacción al enfoque de “eficiencia” de Taylor, donde su planteamiento se basó en medir el esfuerzo y los movimientos para obtener mayor provecho en el trabajo para conseguir la eficiencia. De ahí que es necesario establecer cronológicamente las etapas por las cuales se han desarrollado en las organizaciones en este tema.

	<b>ETAPA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN CLÁSICA</b>	<b>ETAPA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN NEOCLÁSICA</b>	<b>ETAPA DE LA ERA DE LA INFORMACIÓN</b>
<b>PERÍODO</b>	<b>1900 – 1950</b>	<b>1950 – 1990</b>	<b>Después de 1990</b>
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DOMINANTE	Funcional, burocrática, piramidal, centralizada, rígida e inflexible. Énfasis en las áreas.	Matricial y mixta. Énfasis en la departamentalización por productos, servicios u otras unidades estratégicas de negocios.	Fluida y flexible, totalmente descentralizada. Énfasis en las redes de equipos multifuncionales.
CULTURA ORGANIZACIONAL	Teoría X. Orientada al pasado, a las tradiciones y a los valores. Énfasis en el mantenimiento del statu quo. Valor a la experiencia.	Transición. Orientada al presente y a lo actual. Énfasis en la adaptación al ambiente.	Teoría Y. Orientada al futuro, Énfasis en el cambio y en la innovación. Valora el conocimiento y la creatividad.
AMBIENTE ORGANIZACIONAL	Estático, previsible, pocos cambios graduales. Pocos desafíos ambientales.	Intensificación en los cambios, que se dan con mayor rapidez.	Cambiante, imprevisible, turbulento.
MODO DE TRATAR A LAS PERSONAS	Personas como factores de producción inertes y estáticos, sujetos a reglas y reglamentos rígidos que los controlen.	Personas como recursos organizacionales que necesitan administrarse.	Personas como seres humanos proactivos. Dotados de inteligencia y habilidades, que deben motivarse e impulsarse.
VISIÓN DE LAS PERSONAS	Personas como proveedoras de mano de obra.	Personas como recursos de la organización.	Personas como proveedoras de conocimiento y competencias.
DENOMINACIÓN	Relaciones Industriales	Administración de Recursos Humanos	Gestión del Talento Humano

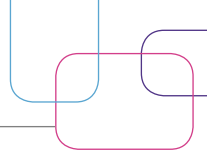
Tabla 1. Etapas del desarrollo de las organizaciones

Fuente: Chiavenato, I. (2011).

Administración de recursos humanos: el capital humano de las organizaciones. Mc Graw-Hill.

Según la Tabla 1 existen aspectos relevantes en la gestión del talento humano. En tal sentido se destaca:

- La evolución en cuanto a los conceptos y la importancia que han tenido las personas (factor trabajo) en el ámbito empresarial
- El trabajo ha pasado de ser, de un factor producción inerte y estático a cons-



tituirse en un elemento dinámico, proactivo y fundamental para la planificación y la toma de decisiones en cualquier institución.

La gestión del talento humano (GTH), considerado como un nuevo enfoque refiere que las personas dejan de ser simples recursos (humanos) organizacionales y son consideradas seres con inteligencia, personalidad, conocimientos, habilidades, competencias, aspiraciones y percepciones singulares. Son los nuevos asociados de la organización. (1)

Por tanto, el talento humano refiere la conjugación de conocimientos, habilidades, capacidades, motivaciones y actitudes, puestas en práctica por una persona o grupos de personas comprometidas, que alcancen resultados positivos en una organización y entorno concreto en el cual la organización desarrolla su trabajo.

De igual manera, se reconoce que el papel de gestión humana en lograr el ajuste o articulación entre los intereses de los individuos (tanto personales como laborales) y los intereses de la organización favorece la competitividad. (2)

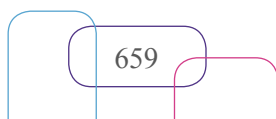
Una alternativa para enfrentar el creciente ritmo de cambios del entorno económico y aumentar la competitividad de las organizaciones es mejorar la productividad y la capacidad de innovación. Pero esos cambios afectan también a las personas. En tal sentido una buena herramienta es el salario emocional. (3), (4).

La organización objeto de estudio para este artículo científico, tiene la misión de prestar servicios de ingeniería en diferentes sectores del país siendo su principal sector el petrolero. El personal está compuesto en su mayoría por dos generaciones, lo que marca una tendencia al momento de gustos y expectativas laborales.

Los empleados que están en el grupo generacional que se denomina (X), son personas definidas como más estables, leales a la empresa que pretenden consolidar su situación laboral dentro de esta. No sucede lo mismo con los empleados que están en el grupo generacional (Y), que buscan siempre nuevos retos; pero que son los candidatos a los cuales se debe enfocar el esfuerzo por retenerlos dentro de la organización. (5)

El presente trabajo refiere comprobar que el salario emocional constituye un factor relevante al momento de retener talento humano en una organización.

Sabiendo que los componentes de la remuneración salarial total son: remuneración o salario básico, remuneración variable, prestaciones y salario emocional, y definiéndolo así como el valor que una organización reconoce al talento humano por sus actividades laborales, se define entonces al salario emocional como aquella variable retributiva compuesta por conceptos no económicos, destinados a satisfacer necesidades de tipo personal, familiar y profesional del empleado, al





objeto de mejorar de forma global la calidad de vida del mismo y de su entorno. Por lo tanto, se debe considerar y entender que el salario emocional tiene una connotación más de carácter retentivo en cuanto a talentos se refiere, se puede asociar una parte emocional al desempeño de un empleado cuando se le habla de un salario no económico pero que contribuye ciertamente a su tranquilidad económica, laboral y familiar.

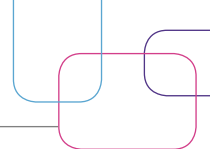
Para establecer una relación entre salario emocional y retención del talento humano se debe considerar ciertos aspectos:

Al momento de identificar talentos que contribuyan al desarrollo organizacional y aquellos que solamente están de paso hasta alcanzar un objetivo específico, como se mencionó en el punto anterior; flexibilidad de tiempos, permisos, y otros factores, hacen que esta sea considerada una herramienta aceptable para establecer el tipo de empleados que tienen una organización, se hará muy fácil identificar cuando los permisos son por razones justificadas o cuando son simplemente por salir a la búsqueda de una nueva oportunidad laboral, o cualquier otra razón que tenga el empleado.

Existe un perfil del empleado muy habitual al que hay que prestar una atención especial. Se trata del que posiblemente no vaya a dejar mañana mismo o quizá en unos meses la organización, pero está constantemente indagando en las ofertas de empleo, dejando currículos y esperando una mejor oportunidad laboral. Son los que ni están motivados, ni se consideran lo suficientemente valorados, ni se identifican con sus actuales organizaciones, pero son por el contrario, los que forman parte del grupo que consideramos de 'élite'. Esto representa un auténtico riesgo, ya que estos empleados con edades comprendidas entre los 30 y 45 años, poseen una alta empleabilidad y además son los que potencialmente podrán liderar una organización. (6)

La competencia está interesada en captar excelentes talentos, y si eso significa ofrecer beneficios adicionales a candidatos potenciales así lo hará, ellos no miran sino su beneficio de manera organizacional, es por esto que se debe trabajar con los talentos que realmente se quiere permanezcan en nuestra organización para que no se desprendan fácilmente de la misma.

Hasta hace muy poco la cultura de retención del talento se ha enfocado en la retribución salarial y en retribuciones en especie: planes de pensiones, automóvil de la compañía y otras. Este enfoque es insuficiente ya que los parámetros motivadores de las personas han cambiado. El dinero no lo es todo. Por eso hay personas a las que se les paga bien y sin embargo se van de la organización. ¿Por qué sucede esto? Para los directivos jóvenes hay otros parámetros a tener muy en cuenta: carrera profesional, conciliación de la vida laboral con la familiar, libertad en la toma de decisiones, buen clima laboral, reciclaje, formación en lo nuevo y no perder la salud en el trabajo. Se trata de los parámetros del salario emocional, la



retribución intangible que desea percibir un empleado. La cultura del cambio se está introduciendo poco a poco en las organizaciones pero la cultura de retención del talento está todavía muy incipiente. Por tanto, es necesario para las empresas alcanzar el compromiso de sus empleados con talento, dada su contribución en la mejora del resultado empresarial. (7)

La retención del talento humano a través del salario emocional debe ser comprendida como una herramienta; en donde, una organización primero asegura el ingreso del talento humano requerido y después establece su permanencia a largo plazo, con lo que; los costos restantes de una nueva selección serán invertidos en una estrategia de compensación emocional. (8)

Desde todo punto de vista, la remuneración es de gran importancia; no obstante, en la actualidad existen otros factores contribuyen al momento de tomar una decisión con respecto a una oferta laboral, los empleados satisfechos son aquellos que encuentran en su trabajo no una prisión, sino más bien una fuente de ingresos y porque no decirlo un segundo hogar.

## 2. Materiales y Métodos

Una investigación busca hacer operacional una idea que se supone puede ser verdadera; en este trabajo, se utilizará el método hipotético deductivo, puesto a que las hipótesis son supuestos de hechos posibles o imposibles para llegar a obtener una conclusión. (9)

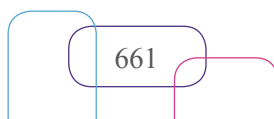
Así mismo, el método estadístico utilizado será la estadística descriptiva, que no es otra que cosa que la ordenación, clasificación y recuento de los datos obtenidos en una investigación; e inferencial que es obtener de manera confiable conclusiones sobre los datos obtenidos previamente. (10)

La técnica utilizada para este trabajo es la encuesta, que consiste en obtener datos de las personas que participaran de este trabajo, proporcionadas por los encuestados.

El instrumento que se ha escogido es un cuestionario. El mismo refiere un instrumento que se repartió entre los miembros de la muestra seleccionada a través del correo electrónico y/o, entrega personalizada de cuestionarios impresos. El tipo de entrega estuvo condicionada a la localización del encuestado. La escala de medición empleada fue de tipo Likert que refiere el siguiente formato:

Valor Cualitativo	1	2	3	4	5
Cualidad	Nada	Poco	Normal	Bastante	Mucho

Tabla 2. Escala Likert.



Se utilizó este método ya que es de fácil aplicación y permite obtener respuestas precisas de las personas que forman parte de la muestra. El coeficiente Alfa de Cronbach se utilizó para determinar la confiabilidad de la escala utilizada en la encuesta y arrojó los siguientes resultados:

Cronbach's Alpha	N of Items
.751	15

Tabla 3. Estadísticas de confiabilidad

Fuente: Software SPSS

Según los resultados de a Tabla 3, la fiabilidad de la escala a través el software SPSS refiere el siguiente valor para el Coeficiente Alfa de Cronbach: 0,751. Ello significa que la confiabilidad es alta.

Se utilizó el programa S.P.S.S versión 21, que es una herramienta estadística cuya particularidad es poder trabajar con mucha información en base de datos y un interface sencillo para el análisis de la información, con lo que podremos interpretar la relación de la variable independiente, dependiente y las variables moderadoras con mayor facilidad.

El total de la muestra fue de 30 personas y está clasificada de la siguiente manera:

EDAD	MASCULINO	FEMENINO
22 a 35	5	12
36 a 42	7	6

Tabla 4. Clasificación de la muestra

### 3. Resultados

Una vez aplicada la encuesta con el total de la muestra se aplica el programa S.P.S.S versión 21, y con el resultado de la información obtenida se realiza la interpretación de los resultados de las correlaciones de la variable independiente, variable dependiente y las variables moderadoras.

PREGUNTAS	Variable independiente salario emocional									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
PROMEDIO	4,13	3,77	3,27	4,00	4,10	4,03	3,70	3,63	2,33	4,00
PROMEDIO VARIABLE INDEPENDIENTE: 3,70										

Tabla 5. Nivel de aceptación salario emocional

El promedio que se ha obtenido después de calcular la media aritmética de todas las respuestas obtenidas por los encuestados fue de 3,70, en lo que se refiere a salario emocional. El valor obtenido dentro de la escala de medición se encuentra en el intervalo entre un nivel normal y un nivel de bastante aceptación. El resultado se evalúa de bueno.

PREGUNTAS	Variable dependiente retención del talento humano				
	XI	XII	XIII	XIV	XV
PROMEDIO	4,10	4,10	3,37	4,20	4,47
PROMEDIO VARIABLE DEPENDIENTE: 4,05					

Tabla 6. Nivel de aceptación de retención de talento humano

El promedio de respuesta en cuanto a la variable dependiente retención del talento humano ha sido de 4,05. Este valor en referencia a la escala aplicada se encuentra en un intervalo que significa entre bastante y mucha aceptación.

También se realizaron correlaciones entre las variables. Los resultados quedaron de la siguiente manera

INTERPRETACION DE RESULTADOS DE CUESTIONARIO

Correlaciones	Variables Moderadoras		Variable independiente salario emocional										Variable dependiente retención del talento humano				
	Genero	Edad	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Variable independiente Salario emocional	Genero	1															
	Edad	-.313	1														
	I	-.044	-.155	1													
	II	.093	-.155	.362*	1												
	III	-.123	-.285	-.004	.109	1											
	IV	.083	-.143	.396*	.185	.123	1										
	V	.016	-.295	.299	.350	.169	.197	1									
	VI	.205	-.082	.262	.391*	-.011	-.103	.601**	1								
	VII	-.050	.030	-.249	-.096	.382*	-.298	.141	-.036	1							
	VIII	.358	-.558**	.090	.105	.303	.047	.601**	.497**	.264	1						
IX	.217	-.037	-.133	-.067	.012	-.130	-.298	-.148	-.043	.108	1						
X	.299	-.072	-.079	.553**	.196	-.060	.176	.307	-.059	.279	0,000	1					
Variable dependiente Retención del talento humano	XI	-.141	-.395*	.285	.291	.277	.422*	.401*	-.053	.228	.399*	.041	.056	1			
	XII	.098	-.303	.169	.123	.330	0,000	-.565**	.449*	-.102	.555**	-.085	.294	.078	1		
	XIII	.203	-.163	-.069	.118	.031	-.072	.349	.207	.260	.335	.290	.128	.501**	.208	1	
	XIV	.031	-.288	.383*	.234	.130	.187	.479**	.279	.223	.184	-.081	0,000	.413*	.203	.429*	1
	XV	-.291	.040	.013	.220	.373*	-.073	.329	.264	.519**	.009	-.420*	0,000	.109	.043	.149	.422*

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 7. Correlaciones estadísticas

Fuente: software SPSS.

La interpretación de las correlaciones corresponde a los datos más relevantes encontrados de acuerdo a la Tabla 7. Las correlaciones son significativas a los diferentes niveles según el software SPSS. De color amarillo aparecen los valores más relevantes al nivel 0,05 en color verde al nivel 0,01.



Fig. 1 Variable dependiente: asignación de tareas

Fuente: Software SPSS

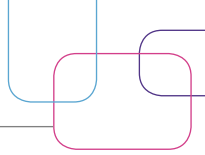
La asignación de nuevas tareas forma parte del crecimiento profesional dentro del salario emocional, es influida positivamente por tres aspectos considerados importantes para mantener y por tanto retener al talento humano. Estos son:

1. Equilibrio entre el trabajo y la vida laboral es muy importante al momento de decidir por un cambio de organización si se asignan nuevas tareas;
2. Adicionalmente, para la aceptación de nuevas tareas influye la interacción con sus superiores; y
3. Finalmente, existe un bienestar que se proporciona con un espacio de trabajo adecuado.



Fig.2. Variable dependiente: capacitación

Fuente: Software SPSS



La capacitación forma parte del crecimiento de un empleado dentro de una organización dentro del salario emocional, influencia positivamente tres aspectos considerados tanto para mantener y por tanto retener al talento humano y son:

1. Interacción con superiores, influye al momento de realizar una planificación de capacitación, ya que un empleado se siente más identificado si participa de esta planificación y no si solamente acude a una capacitación impositivamente.
2. Fruto de las capacitaciones, el resultado de las tareas es mejores por lo que influyen positivamente al crecimiento del empleado dentro de la organización.
3. Y por último, hay que considerar que un espacio de trabajo siempre proporciona bienestar en influye en la capacitación.

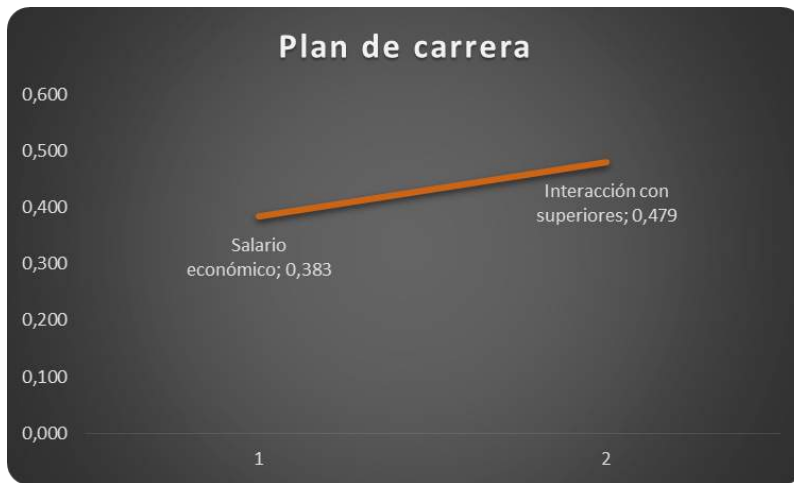


Fig. 3. Variable dependiente: plan de carrera

El plan de carrera es parte fundamental del crecimiento de un empleado dentro del salario emocional, se ve influenciado de manera positiva en dos aspectos que son tomados en cuenta al momento de retener al personal:

1. Salario económico, que sin lugar a duda es el eje de un trabajo y se incrementará en cuanto el plan de carrera se desarrolle y esto implique mayor responsabilidad
2. Interacción con los superiores será más grande tomando en cuenta que se irá ascendiendo en la organización y cada vez implicar un mayor involucramiento y actividades asignadas a un empleado, tomando en cuenta que son parte de su plan de carrera.



Fig. 4. Variable dependiente: desarrollo profesional

#### 4. Discusión

El desarrollo profesional dentro de una organización tiene tanto influencias positivas como negativas por parte de los encuestados al momento de hablar de retención del talento humano dentro de una organización:

Las relaciones personales que se establecen en las organizaciones determinan una influencia positiva en el desarrollo profesional; los empleados fortalecen sus relaciones personales, y en consecuencia los empleadores deben ver este tipo de talento como personas que son fáciles de desarrollar.

Otro aspecto que influye es el relacionado con las expectativas profesionales, los empleados crean en sus mentes expectativas profesionales, que serán tangibles si logran un desarrollo profesional favorable dentro de una organización.

Los encuestados señalaron como aspecto negativo que se debe enfatizar que la carga laboral exigida dentro de un horario de trabajo extendido, no es parte de un desarrollo profesional adecuado. No obstante, ello no influye al momento del desarrollo profesional en cuanto a la retención del talento humano. El concepto de salario emocional apunta a una estabilidad en muchos aspectos y uno de estos son los horarios, trabajos realizados y género. Dichos aspectos señalados coinciden con elementos generales del enfoque desarrollado por (11).

Del análisis de los resultados se proponen un conjunto de acciones que tienden al perfeccionamiento de la gestión de talento humano. Ellas son:

- El pago justo por el trabajo realizado y el desempeño en el cumplimiento de las funciones.



- Reconocer al personal a partir del estímulo moral y material siempre que sea factible.
- La dirección deberá mostrar sinceridad en el trato a los empleados sin distinción de personas, credo o filiación política. La evaluación del desempeño y cumplimiento de las normas institucionales será el patrón que guiará el accionar de la dirección administrativa a los diferentes niveles jerárquicos.
- Flexibilización y adecuación de los horarios de servicio a las necesidades de los empleados, tanto para quienes ejecutan el servicio como para quienes lo reciben.
- Recompensar al personal motivando su desarrollo y crecimiento profesional, asegurando la estabilidad emocional y laboral.
- Velar por un clima laboral coherente con la misión y visión organizacional.
- Fomentar el compromiso a través del desarrollo de una cultura de calidad integral
- Estimular canales de información bidireccionales que propicien la participación colectiva en la toma de decisiones.

## 5. Conclusiones

La incidencia de la retención del talento humano con respecto al salario emocional está definida en esta investigación por la edad de los empleados, tomando en cuenta que a menor edad se necesita tener un mejor plan salarial emocional cuyo resultado sea la retención de los mejores talentos.

El género no fue un factor determinante en cuanto a retención se refiere, por lo que un programa puede ser realizado tanto para el género masculino como para el femenino.

Si bien la edad es la que determina la opción de búsqueda de nuevas oportunidades laborales en los empleados, también se debe tomar en cuenta que el personal antiguo es una herramienta calificada para los procesos de capacitación en la organización, y la detección de los talentos que realmente se vuelvan en un aporte significativo en la organización.

El salario emocional no debe ser considerado como un gasto sino debe ser considerado una inversión.

En el caso de la remuneración económica tiene una relación directa con el salario emocional, lo que corrobora que los dos son factores positivos en una experiencia laboral.

Los nuevos esquemas de salario económico deben guardar un equilibrio con respecto a la remuneración económica, para generar la atracción de nuevos talentos.

## Referencias

1. Chiavenato, I. (2011). *Administración de recursos humanos: el capital humano de las organizaciones*. Mc Graw-Hill.
2. Calderón Hernández, G., Naranjo Valencia, J. C., & Álvarez Giraldo, C. M. (2010). Gestión humana en la empresa colombiana: sus características, retos y aportes. Una aproximación a un sistema integral. *Cuadernos de Administración*, 23(41).
3. Gómez, R. C. (2011). El salario emocional. *Borradores de Administración-CESA No. 47*.
4. Restrepo, P. L. (2014). La flexibilidad laboral y el salario emocional. *Aglala*, 5(1), 34-68.
5. Chirinos, N. (2009). Características generacionales y los valores. Su impacto en lo laboral. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2(4), 6
6. Abad, R. (2005). Cómo evitar la fuga de los mejores empleados. Recuperado de <https://recursoshumanosblog.wordpress.com/category/rrhh-blog/page/68/>
7. Alejandro Sevy Elías (2016): “Compromiso del talento como contribución en la mejora del resultado empresarial”, *Revista Contribuciones a la Economía* (julio-septiembre 2016). Recuperado de : <http://eumed.net/ce/2016/3/talento.html>
8. Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., & Pérez, M. D. L. L. C. (1998). *Metodología de la investigación* (Vol. 1). McGraw-Hill.
9. Del Pino, S. B. (2008). *Estadística Descriptiva e Inferencial. Innovación y Experiencias Educativas*, 2-10.
10. Vadillo, M. T. P. (2013). *Liderazgo y motivación de equipos de trabajo*. ESIC Editorial.
11. Moreno-Jiménez, M., Ríos-Rodríguez, M., Canto-Ortiz, J., Martín-García, S., & Perles-Nova, F. (2010). Satisfacción laboral y Burnout en trabajos poco cualificados: diferencias entre sexos en población inmigrante. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 26(3), 255-265.

# INCIDENCIA DE LA DIVERSIFICACIÓN DE LA CARTERA DE PRODUCTOS EN LA PLANEACIÓN FINANCIERA

## INCIDENCE OF THE PRODUCT DIVERSIFICATION PORTFOLIO IN FINANCIAL PLANNING

Mariana Isabel Puente Riofrío\* <sup>(1)</sup>, Estefanía Alejandra Calero Cazorla <sup>(2)</sup>,  
Iván Patricio Arias González <sup>(2)</sup>.

(1) Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH

(2) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH

\* hsofi25@hotmail.com (M, Puente)

### RESUMEN

En un mundo globalizado la diversificación de cartera de productos ha surgido como una estrategia de crecimiento y sobrevivencia empresarial, en este sentido la presente investigación ha buscado determinar la incidencia de la diversificación aplicada en la planeación financiera y traducida en ratios de rentabilidad, para este propósito se ha utilizado un estudio de mercado que permitió establecer qué tipo de diversificación realizar, así como la aplicación de técnicas financieras que han permitido definir dos escenarios comparables entre sí. Para la comprobación de la hipótesis planteada se aplicó un análisis de relación de medias mediante la prueba de t de student, con esta prueba estadística se demostró una diferencia significativa entre el escenario de planeación financiera sin diversificación y el escenario de planeación financiera con diversificación evidenciando un incremento promedio de rentabilidad de 10.118% a 23.92%; lo cual ha permitido inferir la existencia de incidencia de la diversificación en la planeación financiera y quedando comprobada la hipótesis planteada.

**Palabras claves:** *planificación financiera, diversificación, cartera de productos, rentabilidad.*

### ABSTRACT

In a globalized world, product portfolio diversification has emerged like a growth and survival strategy for business, in this context, this research has searched to determine the diversification incidence applied in financial planning, which translated into profitability ratios, for this purpose a market study has been used to establish what type of diversification to perform, as well as the application of financial techniques have allowed to define two comparable stages. For the verification of the proposed hypothesis, an analysis of the ratio of means was applied through the student's t-test, with this statistical test shows the existence of a significant difference between the stage of financial planning without diversification and the stage of financial planning with diversification evidencing an average increase in profitability from 10,118% to 23.92%; which has allowed us to infer the existence of the incidence of diversification in financial planning, and the proposed hypothesis being verified.

**Key words:** *financial planning, diversification, product portfolio, profitability.*

## 1. Introducción

En la actualidad las empresas se enfrentan a constantes cambios del entorno económico en el que desarrollan sus actividades, razón por la cual deben estar preparadas para adaptarse a las transformaciones del mercado global tomando en cuenta el nivel de riesgo operacional derivado de las actividades empresariales tendientes a ser organizaciones competitivas con herramientas de gestión adaptables a sus necesidades. Las organizaciones de éxito se mantienen en el mercado no solamente por aplicar planes financieros a corto o largo plazo sino estrategias que permitan su sobrevivencia en el entorno económico como lo es la diversificación de cartera de productos, que se traduce en un instrumento de cambio y competitividad abordado desde un marco metodológico acorde a distintos esquemas productivos (1)

A través de la investigación se busca evidenciar de manera práctica la incidencia de la diversificación de la cartera de productos en la planificación financiera de la empresa Agrotécnica, aplicando un enfoque cualitativo, con herramientas centradas a la diversificación como una estrategia de subsistencia empresarial enfocadas a la planificación financiera, con el fin de evitar decisiones inapropiadas que afecten a la organización. El proceso de planeación es la base para gerenciar una entidad facilitando herramientas de control adecuado, en este contexto se desarrollan los indicadores financieros obtenidos al diversificar la cartera de productos del caso de estudio.

### 1.1 Diversificación de la Cartera de productos

Trabajos como los de Markowitz describen el impacto de la diversificación de la cartera de productos en la empresa, el concepto de diversificación tiene la finalidad de seleccionar adecuadamente una colección ponderada de activos de inversión que en conjunto exhiben factores de riesgos bajos (2), de hecho la diversificación es el concepto central de la teoría moderna de portafolio y depende directamente de la lógica tradicional para la gestión empresarial de no invertir solamente en un determinado activo.

De acuerdo a la teoría de portafolios, la diversificación está estrechamente relacionada con el riesgo, constituyendo una estrategia empresarial de alto nivel, que afecta la dirección de la organización (3), cabe mencionar que el grado de diversificación de cartera de una empresa influye en la elección de estrategias con miras a maximizar el rendimiento esperado; una mayor diversificación reduce la incertidumbre del entorno empresarial y sus beneficios (4)

Según el planteamiento de Palich, Cardinal y Miller, los modelos de diversificación se conceptualizan de manera lineal, afirmando que la diversificación y el desempeño financiero de una organización guardan relación proporcional, dando origen a tres modelos de diversificación: modelo lineal positivo, modelo lineal

negativo, modelo curvilíneo (5). Otros autores determinaron que la relación entre la diversificación y los resultados empresariales, no siempre son positivos ni lineales, los diferentes modelos desarrollados a lo largo del tiempo reconocen que los incrementos en la diversificación no están asociados con el desempeño si este no es de manera continua (6, 7).

La diversificación es considerada como la opción más razonable a la fragilidad y riesgo empresarial (8), pues mediante esta, la organización tiene la posibilidad de eliminar los excedentes de capacidad en diferentes áreas para contribuir al crecimiento de la empresa (9) y a la optimización de recursos, en conclusión, la diversificación responde a motivos de supervivencia y no solamente de crecimiento, motivo por el cual a la diversificación se le agrupa en las siguientes categorías (10):

- Diversificación Horizontal: se relaciona con la venta de nuevos productos en mercados tradicionales.
- Diversificación Vertical: consolida la demanda total de un producto para la organización.
- Diversificación Concéntrica: Fabricación de productos nuevos, relacionados o no tecnológicamente con los que posee la organización antes de la diversificación y su expendio en mercados similares.
- Diversificación en Conglomerado: se vincula con la adición de nuevos productos, que no guardan relación con los tradicionales, a esta estrategia se la considera como muy ambiciosa y arriesgada (11).

En este contexto la diversificación de la cartera de productos busca el emprendimiento de nuevas líneas de productos, así como la identificación de nuevas misiones, para una organización no solamente presenta la introducción a un nuevo espacio de negocio no conocido con un nivel de riesgo elevado sino además la oportunidad de generar un mayor margen de utilidad procedente de la innovación del producto diversificado. La principal consecuencia de la diversificación se traduce en la disminución del riesgo dependiendo de la relación entre la cartera de productos y los resultados empresariales, plasmados mediante un plan financiero (12).

## *1.2 Planeación Financiera*

La planeación o planificación financiera es un aspecto relevante en la vida empresarial, pues se traduce en una herramienta de monitoreo, evaluación de la gestión y la toma de decisiones, contribuyendo a la fijación de objetivos fundamentales para la optimización de recursos (maximización de beneficios o minimización de costos) (13), así como para la competitividad empresarial en el entorno económico que la empresa desarrolle sus actividades. La planificación financiera se traduce en una forma de verificar las metas y la determinación de la factibilidad de ejecución de los planes empresariales.

La planificación financiera es el proceso de estimar el capital requerido y determinar su competencia. Es el proceso de enmarcar políticas financieras en relación con la adquisición, inversión y administración de fondos de una empresa (14), dicho proceso puede realizarse tanto en el corto como en el largo plazo, con el propósito de evitar sorpresas y desarrollar planes de contingencia, evaluando los distintos escenarios en los que se puede desarrollar la empresa.

En la actualidad la planeación financiera ha sido considerada como una herramienta empresarial fundamental, porque permite analizar las inversiones (proceso de diversificación de portafolio), financiamiento, ingresos, costos, gastos, utilidades, flujos futuros de efectivo (15). En este contexto la planeación financiera se considera como la gestión de recursos económicos direccionadas al cumplimiento de las distintas actividades empresariales fundamentadas en estrategias para alcanzar los objetivos planificados.

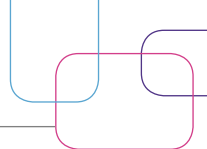
Dentro del proceso de planeación financiera surge una idea de lo que cualquier organización hará en el futuro (16), es decir; está encargada de la gestión tanto de activos como pasivos que permitirán a la empresa obtener mayores beneficios, a través de esta herramienta financiera se visualiza sistemáticamente los posibles problemas(17), se establecen objetivos financieros y también estándares para medir resultados, se constituye un proceso continuo enfocado en la necesidad de planificar y ejecutar para tener óptimos resultados.

### *1.3 Enfoques de la planeación financiera*

La planeación financiera se enfoca hacia la inversión agregada en función de la línea de negocio (18), en este contexto el proceso de planeación financiera a largo plazo considera inversiones de capital global, incluyendo pequeños proyectos de inversión y consolidándolos como un solo proyecto (19). El enfoque que persigue la planeación financiera es:

- Conseguir objetivos deseados en el negocio.
- Herramientas de control de alta dirección.
- Consideración de aspectos de incertidumbre.

Con estos enfoques, la planeación financiera puede ser a corto o largo plazo, desde el punto de vista de corto plazo la planeación financiera se encarga de los activos y pasivos menores a un año, tomando como punto de partida el fondo de maniobra, denominado capital de trabajo, mientras que desde el horizonte de tiempo a largo plazo define el marco de desarrollo del ente económico en función del ritmo de crecimiento del activo, de las modalidades de financiamiento y condiciones de equilibrio financiero (20)



#### *1.4 Importancia de la planeación financiera*

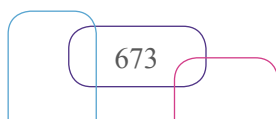
La aplicación de la planeación financiera se enfoca a un entorno de incertidumbre, razón por la cual se aplican herramientas financieras que permiten generar un plan financiero (21). Al ser considerada la planeación financiera como un proceso en el cual se formulan objetivos, políticas, procedimientos y presupuestos vinculados a la actividad financiera de la organización en busca de asegurar políticas financieras de inversión adecuadas y eficaces. Su importancia se delimita al aseguramiento de fondos adecuados para sus operaciones habituales; a la garantía de fondos suficientes para el pago a proveedores; búsqueda del crecimiento y expansión del negocio (esto se vincula directamente con la diversificación como una estrategia de crecimiento y sobrevivencia empresarial); además a través de la aplicación de la planeación financiera se reduce el nivel de incertidumbre (22).

Con lo antes expuesto la aplicación de herramientas financieras en el proceso de planeación permiten asegurar un alto grado de certeza en el plan financiero, sea como una guía para la organización o como un instrumento de búsqueda de financiamiento, las principales herramientas a destacar son:

- **Análisis Financiero:** tiene dos puntos de vista, el primero es estático (ratios o porcentajes verticales) que permiten estudiar la situación financiera de la empresa en un período dado y desde un punto de vista dinámico (porcentajes horizontales) a través del cual se estudia la evolución de la situación financiera de la empresa (23). Para este tipo de análisis se utilizan las siguientes técnicas: análisis de tendencia denominado análisis horizontal el cual registra los diferentes movimientos ascendentes y descendentes de los resultados finales de los estados financieros en un tiempo dado, el análisis estructural permite comprender la distribución de las distintas partidas de los estados financieros de la organización o empresa y la última técnica utilizada representan los indicadores financieros que evidencian la relación entre distintas cuentas contables (24).
- **Presupuesto de Caja:** da una visión de la existencia de déficit o superávit, muestra las entradas y salidas de efectivo, así como la liquidez de la organización.

#### *1.5 Rentabilidad Empresarial*

El proceso de planeación financiera dentro del contexto de la teoría financiera económica representa la maximización del bienestar de la organización (25) medido a través de la rentabilidad empresarial obtenida de sus actividades productivas y venta directa de su producción, los indicadores de rendimiento o lucrativos se utilizan para medir la efectividad de la gestión empresarial controlando costos y gastos para convertir las ventas en utilidades (26, 27), en otras palabras las razones de rentabilidad evalúan la capacidad de la empresa u organización para general utilidades en función de los recursos invertidos (28).





Con esta argumentación se determina que la rentabilidad es un factor fundamental para el proceso de planeación, en la presente investigación se ha utilizado los siguientes indicadores:

- ROA, considerado el principal medidor de la rentabilidad, expresa la tasa de interés que generan los activos de la empresa, indica la capacidad de generación de renta al ejercer la actividad económica de la organización como se muestra en la ecuación 1 (15, 29)

$$ROA = \frac{Utilidad\ Neta}{Activo\ Total} \quad (1)$$

- ROE, representa el beneficio económico obtenido por el capital de los accionistas, representa la relación existente entre la utilidad neta y el capital contable (30, 31)

$$ROE = \frac{Utilidad\ Neta}{Capital\ Contable} \quad (2)$$

- 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)

$$Margen\ Bruto = \frac{Utilidad\ Bruta}{Ventas\ Netas} \quad (3)$$

La rentabilidad esperada en los últimos años se ha convertido en un medidor de acierto o fracaso de la planeación financiera, 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 (32). El tipo de Investigación aplicada al caso de estudio es descriptiva, pues en su desarrollo se ha recolectado, medido y evaluado datos de las variables, las dimensiones del fenómeno a investigar. Con el propósito de evaluar los efectos que causa una diversificación de cartera de productos en la planeación financiera, se aplicó las herramientas de análisis financiero a la empresa caso de estudio que han permitido describir las condiciones de la organización, además para definir la línea de diversificación de productos se implementó un estudio de mercado con una muestra aleatoria de la población de Riobamba, para identificar el nivel de aceptación de la nueva gama de productos de la empresa Agrotécnica, representando de esta manera el incremento de productos a los ya existente.

Se aplicó el método inductivo para la aplicación de fundamentos teóricos de planeación financiera que permitieron definir el análisis situacional de la empresa, el tipo de diversificación a ser utilizada. Con la información financiera histórica de la empresa y con el estudio de mercado se procedió a elaborar los estados financieros pro forma o

proyectados con el uso del modelo de evaluación económica financiera de la Corporación Financiera Nacional CFN 2016, con el propósito de generar una comparación de los indicadores financieros en dos escenarios antes de la diversificación y después de la diversificación.

Con la utilización del software SPSS versión 23 permitió realizar un análisis de relación de medias aplicando la prueba T de student para confirmar la hipótesis planteada que la diversificación de la cartera de productos tiene una incidencia significativa en la planeación financiera empresarial, se consideró esta prueba debido al número de datos financieros obtenidos en los escenarios de planeación financiera.

### 3. Resultados

Los principales resultados de la investigación se muestran en la tabla 1 que representan las derivaciones obtenidas mediante proyecciones financieras sin considerar la diversificación de cartera y la tabla 2 revelan los indicadores financieros tomando en cuenta la nueva gama de productos para la diversificación.

INDICADORES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
EXPRESADO EN UNIDADES MONETARIAS					
Saldo final de caja/requerimiento de caja	1.24	4.14	7.91	14.90	23.12
Liquidez	1.66	1.92	2.27	3.28	8.12
Endeudamiento (Razón deuda activo)	0.33	0.31	0.27	0.21	0.18
EXPRESADO EN PORCENTAJE					
Rentabilidad (ROA)	1.49%	8.09%	7.92%	13.18%	11.83%
Rentabilidad (ROE)	2.22%	11.48%	10.67%	16.53%	14.40%
Rentabilidad (Margen Bruto)	8.91%	13.49%	13.56%	19.5%	19.6%

Tabla 1. Indicadores de Planeación Financiera sin diversificación

INDICADORES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
EXPRESADO EN UNIDADES MONETARIAS					
Saldo final de caja/requerimiento de caja	16.82	24.25	34.14	44.71	65.88
Liquidez	1.5	1.98	2.51	6.09	8.28
Endeudamiento (Razón deuda activo)	0.70	0.47	0.28	0.13	0.10
EXPRESADO EN PORCENTAJE					
Rentabilidad (ROA)	28.24%	26.53%	25.12%	23.65%	19.44%
Rentabilidad (ROE)	27.82%	28.27%	23.33%	19.92%	16.89%
Rentabilidad (Margen Bruto)	33.30%	33.31%	33.32%	33.33%	33.33%

Tabla 2. Indicadores de Planeación Financiera con diversificación

		Kolmogorow-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
RESULTADOS	Sin Diversificación	.145	10	.200*	.956	10	.734

	Con Diversificación	.188	10	.200*	.925	10	.405
--	---------------------	------	----	-------	------	----	------

Tabla 3. Prueba de Normalidad

		N	Correlación	Sig.
Par 1	RESULTADOS_SIN_DIVERSIFICACIÓN & RESULTADOS_CON_DIVERSIFICACIÓN	10	0.738	0.015

Tabla 4. Correlación de muestras emparejadas

En la tabla 5, se muestran los resultados obtenidos en SPSS 23.0 para la prueba T de student

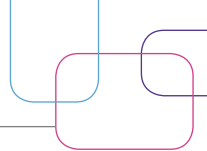
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	RESULTADOS_SIN_ DIVERSIFICACIÓN_ RESULTADOS_CON_ DIVERSIFICACIÓN	13.80300	8.92861	2.82348	-20.19015	-7.41585	-4.889	9	.001

Tabla 5. Prueba muestras emparejadas

#### 4. Discusión

En la tabla 1, se evidencian los porcentajes de los indicadores de rentabilidad, en las proyecciones realizadas, se prevé un crecimiento de la rentabilidad en un plazo de cinco años de 10.34%, mientras que la rentabilidad sobre el rendimiento de capital sufre un crecimiento de 12.18, por lo cual se concluye una acertada planeación financiera sostenible en el tiempo. En la tabla 2, al considerar la diversificación dentro del proceso de planeación financiera se evidencia un incremento del nivel de endeudamiento en 37%, esto se debe a que para ejecutar la diversificación, la empresa caso de estudio debió modificar su estructura productiva, sin embargo los indicadores de rentabilidad son más alentadores en el caso de diversificación, permitiendo reducir el nivel de endeudamiento de manera considerable, obteniendo una rentabilidad promedio sobre el activo de 24.60% frente al 8.50% promedio de rentabilidad sobre activo de una planeación financiera sin diversificación.

Estadísticamente se aplicó la prueba t de student, para muestras relacionadas, la hipótesis planteada radica en determinar si la diversificación ha influido en la planeación financiera en sus indicadores de rentabilidad, en este sentido la variable numérica son los datos de rentabilidad sobre el activo, rentabilidad sobre el capital (variable aleatoria), el factor determinante es la planeación financiera aplicando y no aplicando. De acuerdo a la teoría estadística se realizó el cálculo



de p- valor para determinar si se cumple o no la hipótesis previamente planteada, para la presente investigación los datos son menos de 30, se aplicó la prueba de normalidad de los mismos como se muestra en la tabla 3

Se analiza la prueba de Shapiro – Wilk, al determinar que el nivel de significancia es mayor que el P- valor (0,05), se determina que hay una distribución normal de los datos analizados. A continuación, se aplicó la prueba t de student para muestras relacionadas, considerando los indicadores sin diversificación y con diversificación, en la tabla 4 se muestra la correlación existente entre los escenarios.

El p valor es menor que el nivel de significancia de 0.05 como se muestra en la tabla 5, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa, existe una diferencia significativa entre las medias de ambos escenarios, evidenciando un incremento de los indicadores de rentabilidad de 10.118 a 23.92; de acuerdo a la teoría estadística si el valor T es negativo, se considera solamente el valor absoluto, que para el caso de estudio es de 4.889, al comparar con el valor tabulado de 0.519, se confirma que la diversificación de la cartera de productos incide en la planeación financiera.

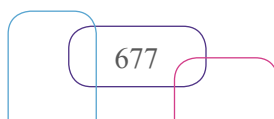
## 5. Conclusiones

Una vez realizado el estudio, se comprobó que los escenarios posibles sin diversificación generan un menor nivel de rentabilidad a la empresa, mientras que, al implementar la diversificación de la cartera de productos en la empresa, sus niveles de rentabilidad sufren un crecimiento notable.

La planeación financiera fundamenta la necesidad de diversificar la cartera de productos de cualquier empresa como una estrategia no solamente de crecimiento empresarial sino de sobrevivencia en el entorno económico.

Con la aplicación de pruebas estadísticas se confirmó la normalidad de los datos, y se determinó una diferencia significativa de los escenarios antes de la diversificación y después de la diversificación, confirmando la influencia de esta estrategia en la planeación financiera de las empresas.

La empresa caso de estudio debió mejorar su capacidad instalada, tecnológica y administrativa para enfrentar la diversificación de la cartera de productos, por lo cual debió recurrir al financiamiento con terceros, con las proyecciones financieras, se demuestra que en el escenario de diversificación la organización tendrá la capacidad suficiente para cubrir el endeudamiento, llegando a un nivel de deuda por cada dólar de 0.10 al finalizar el período cinco.



## Referencias

1. Puente Riofrío, M., & Andrade Domínguez, F. (2016). Relación entre la diversificación de productos y la rentabilidad empresarial.
2. Mangram, M. E. (2013). A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory.
3. Aguilar, L, González, M & Rodríguez, R. (2011) Estrategias empresariales para la competitividad y el crecimiento de las PYMES. Una evidencia empírica. *Investigación y ciencia*, 19(53)
4. You, L., & Daigler, R. T. (2013). A Markowitz optimization of commodity futures portfolios. *Journal of Futures Markets*, 33(4), 343-368.
5. Palich, L. E., Cardinal, L. B., & Miller, C. C. (2000). Curvilinearity in the diversification–performance linkage: an examination of over three decades of research. *Strategic management journal*, 21(2), 155-174.
6. O’Brien, J. P., David, P., Yoshikawa, T., & Delios, A. (2014). How capital structure influences diversification performance: A transaction cost perspective. *Strategic Management Journal*, 35(7), 1013-1031.
7. Li, S. X., & Greenwood, R. (2004). The effect of within-industry diversification on firm performance: synergy creation, multi-market contact and market structuration. *Strategic Management Journal*, 25(12), 1131-1153.
8. Zancajo, A., Bonal, X., & Verger, A. (2014). Mercados educativos y segmentación de la oferta escolar: efectos sobre las desigualdades educativas en Chile. *Témpora: Revista de historia y sociología de la educación*, 17, 11-30.
9. Valencia, L. (2016). Estrategia de diversificación concéntrica en el contexto educativo, ecológico y de seguridad integral, dirigida al organismo de seguridad turística en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, año 2015 (Doctoral dissertation).
10. Medina Giacomozzi, A., Constanzo Hidalgo, A., & Sandoval Soto, R. (2012). Estrategias de diversificación y concentración empleadas por las sociedades anónimas en Chile. *Contaduría y administración*, 57(4), 55-77.
11. Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2004). *Fundamentos de marketing*. México. McGraw Hill.
12. Molina, S. A. P., & Rivera, H. A. R. (2012). Las herramientas estratégicas: un apoyo al proceso de toma de decisiones gerenciales. *Criterio Libre*, 10(16), 89-114
13. Gavilánez, O & Puente, M. Programación lineal para la toma de decisiones. Riobamba: ESPOCH. (2018)
14. Van Rooij, M. C., Lusardi, A., & Alessie, R. J. (2012). Financial literacy, retirement planning and household wealth. *The Economic Journal*, 122(560), 449-478.
15. Puente, M, Viñán, J & Aguilar, J. "Planeación Financiera y presupuestaria". Riobamba: ESPOCH (2017)
16. Villarroel, E. Planeación y estrategia financiera. Cochabamba (2013)
17. Román, C. Fundamentos de Administración Financiera. México: McGraw-Hill (2012)
18. Correa García, J. A., Ramírez Bedoya, L. J., & Castaño Ríos, C. E. (2010). La importancia de la planeación financiera en la elaboración de los planes de negocio y su impacto en el desarrollo empresarial. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 18(1).
19. Brun, X & Moreno. M. Análisis y selección de inversiones en mercados financieros. Barcelona: Profit Editorial (2012)
20. Ross, S., Westerfield, J & Jaffe, J. Fundamentos de Administración Financiera. 9ª ed. México: McGraw-Hill (2012).
21. Jiménez, J. I. S., Rojas, F. S. R., & Galvis, H. J. O. (2014). La planeación financiera: un

- modelo de gestión en las mipymes. FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 13(1), 137-150.
22. Fleischmann, B., Meyr, H., & Wagner, M. (2015). Advanced planning. In Supply chain management and advanced planning (pp. 71-95). Springer Berlin Heidelberg.
  23. Jiménez, A., & Escribano, M. Análisis Contable y Financiero. Colombia: Ediciones de la U.
  24. Block, S., Hirt, G. y Danielsen, B. Fundamentos de Administración Financiera, (14ed.) México; Mc Graw Hill (2013)
  25. Carmona Muñoz, D. M., & Chaves Camargo, J. A. (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).
  26. Izquierdo, J. D. (2016). Crecimiento y rentabilidad empresarial en el sector industrial brasileño. Contaduría y administración, 61(2), 266-282.
  27. Levanon, G., Manini, J. C., Ozyildirim, A., Schaitkin, B., & Tanchua, J. (2015). Using financial indicators to predict turning points in the business cycle: The case of the leading economic index for the United States. International Journal of Forecasting, 31(2), 426-445.
  28. Pérez, Y. L., Collado, N. V., Rizo, M. A., & Borges, Y. C. (2017). Administración financiera del capital de trabajo en la empresa mixta Havana Club International SA. Contaduría Universidad de Antioquia, (68), 255-285.
  29. Padilla, V. M. G. Análisis Financiero: Un enfoque integral. México:Grupo Editorial Patria (2015).
  30. Olaya, J. L. C., Carvajal, A. M., Restrepo, S. M. V., & Fernández, Y. M. L. (2015). Análisis de indicadores financieros del sector manufacturero del cuero y marroquinería: un estudio sobre las empresas colombianas/Analysis of financial indicators from leather and leather goods industry: a study on Colombian companies. Informador Técnico, 79(2), 156.
  31. Illés, C. B., Hurta, H., & Dunay, A. (2015). Efficiency and profitability along the lifecycle stages of small enterprises. International Journal of Management and Enterprise Development, 14(1), 56-69.
  32. Carrasco, S (2005). Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos.

# LA SIMULACIÓN DE NEGOCIOS COMO UNA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE EMPRESARIAL, ESTUDIO DE CASO

## BUSINESS SIMULATION AS AN ENTREPRENEURIAL LEARNING STRATEGY, STUDY CASE

Oscar Danilo Gaviláñez Álvarez<sup>\*(1)</sup>, Mariana Isabel Puente Riofrío <sup>(2)</sup>,  
Ximena Patricia López Mendoza <sup>(3)</sup>

(1) Escuela de Ingeniería en Marketing,  
Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo EC060155.

(2) Universidad Nacional de Chimborazo

(3) Universidad Nacional de Chimborazo

\*Correspondencia. Tel.: 0987353867,  
E-mail: ogavilanez@epoch.edu.ec (O, Gaviláñez)

### RESUMEN

La simulación de negocios es un tema de extenso debate desde su enfoque educativo para la gestión empresarial. La presente investigación evidencia la teoría y el uso del simulador de negocios como una herramienta de aprendizaje para gestionar una empresa virtual. Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Financiera fueron parte de la simulación, experimentando la toma de decisiones en un ambiente empresarial simulado, tomando en consideración aspectos financieros y administrativos, demostrando sus destrezas para el manejo empresarial; al aplicar el caso de estudio se determinó la utilidad de la simulación de negocios como una estrategia de aprendizaje empresarial, se aplicó un cuestionario a 50 estudiantes basado en el modelo de aceptación tecnológica (TAM), y mediante herramientas estadísticas como la comparación de medias relacionadas se determinó que la utilidad de la simulación de negocios constituye una estrategia de aprendizaje en el ámbito empresarial.

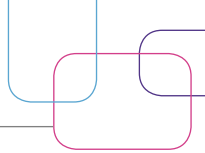
**Palabras claves:** *simulación, negocios, herramienta de aprendizaje, gestión, empresa.*

### ABSTRACT

Business simulation is a longstanding topic of discussion that has an educational focus for business management. This research evidences theory and use of business simulation as learning tool to manage a virtual company. The students of the Financial Engineering career were part of the simulation, experiencing decision making in a simulated business environment, considering financial and administrative aspects, demonstrating their skills for business management; a questionnaire was applied to 50 students, based on the technology acceptance model (TAM), and with use of statistical tools like comparison of means, the utility of business simulation was determined as a business learning strategy

**Key words:** *simulation, business, learning strategy, management, company*





## 1. Introducción

El uso de juegos empresariales como apoyo en el proceso de educativo ha crecido en los últimos tiempos, son utilizados ampliamente en el mundo por su efectividad comprobada en el proceso de aprendizaje. Los business games (juegos de negocios) son herramientas de apoyo en el proceso de aprendizaje que permiten recrear la realidad de forma virtual en los negocios a fin de que cada estudiante tenga la oportunidad de participar en la toma de decisiones en el proceso del direccionamiento empresarial (1).

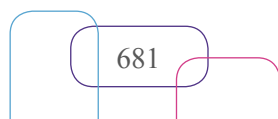
La simulación tiene su origen del latín similis: “parecido o similar” y el sufijo ion: acción o efecto, por lo que la simulación es la acción de imitar un proceso real (2). La simulación en el campo empresarial es la generación de un espacio para la creación de conceptos, integración de observaciones y resolución de problemas de un sistema complejo que represente el mundo real, también la considera como una herramienta informática que representa un fenómeno físico, social, mediante un modelo que permite predecir el comportamiento empresarial en el tiempo (3), además la simulación de negocios es considera una manera perfecta para dotar a todas de habilidades, recursos humanos, técnicas de comercialización y aspectos contables, financieros y económicos (4).

Los enfoques teóricos de la simulación de negocios se han limitado en la medida en que los estudiantes únicamente aprecian la interrelación entre las estructuras de decisión de carácter aplicables a cualquier empresa como un proceso estático en el cual, altos directivos desempeñan un papel activo (5). A lo largo de los años han existido diferentes tipos de estudios sobre la simulación de negocios en el proceso de aprendizaje, los cuales incluyen calificaciones, objetivos de aprendizaje, desarrollo de auto concepto de la compañía y fijación de metas, enfocados en los efectos de participación del aprendizaje en la gestión empresarial (6).

En los últimos años el proceso de aprendizaje de los negocios ha ido evolucionando, hasta el punto de la creación de los bussines game o simulaciones de negocios, que constituyen software especializado y personalizado para que los estudiantes puedan recrear un ambiente empresarial y poner en práctica sus conocimientos adquiridos durante la etapa estudiantil.

Según el planteamiento de Cueller, Gomer y Urrego “Las tecnologías de simulación posibilitan el desarrollo de estrategias pedagógicas activas que generan condiciones propicias en busca de un eficaz aprendizaje significativo, de ahí se desprende el uso generalizado para el desarrollo de habilidades y destrezas en escenarios semejantes a la realidad desde la interactividad, autonomía y lúdica.” (7)

El propósito fundamental de la investigación es determinar que la simulación de negocios constituye una estrategia de aprendizaje empresarial, para lo cual se consideró un grupo de 50 estudiantes de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Financiera de la ESPOCH para el caso de estudio; además de ejecutar el proceso



de simulación, una vez concluido el mismo se aplicaron encuestas a los estudiantes en función de aspectos importantes considerados en el Modelo de Aceptación de Tecnologías TAM de Davis (1986) y Davis et al., (1989), con este modelo se busca analizar el grado de aceptación de los estudiantes del simulador administrado para la enseñanza de la gestión.

### *1.1 Simulador de negocios y su objetivo*

Los juegos de simulación tienen sus inicios en la década de los 50 cuando la informática se introdujo en algunas escuelas de negocios, las simulaciones se desarrollan mediante el trabajo modelado de algunas variables cuantitativas relacionadas entre sí; los simuladores pueden emplearse para diferentes propósitos en el contexto interno de la empresa, aparte de darles utilidad para la formación y enseñanza. (8). Un simulador de negocios constituye un programa de computadora que genera un ambiente provisto de escenarios que simulan una situación de negocio competitivo, que intenta ser lo más cercano a la realidad. (9)

El objetivo fundamental de un simulador de negocios es la práctica de la gestión empresarial, cuyo proceso se realiza dentro de un entorno competitivo, en el cual diferentes compañías gestionan sus recursos con el objetivo de obtener los mejores resultados durante varios períodos de tiempo, para este proceso se proporciona la información clave tanto del macro como del micro entorno empresarial (10). El simulador de negocios permite aplicar los conocimientos adquiridos por los estudiantes y a su vez, adquirir nuevos conocimientos; de tal manera que ellos sean capaces de diseñar una estrategia para la consecución de los objetivos empresariales a corto, mediano y largo plazo, adaptándose a un mercado evolucionado a causa de la competencia. En el campo educativo la simulación de una empresa ayuda a comprender y solucionar problemas de la vida real de una manera simplificada (11).

En el contexto empresarial la ventaja y conveniencia del uso de la simulación de negocios permite experimentar la creación de empresas virtuales, con la seguridad de un ordenador digital, sin correr ningún riesgo financiero, estimulando en el estudiante el desarrollo de competencias, habilidades y destrezas autónomas en el proceso de la toma de decisiones, así como iniciativas innovadoras, ejercicio de liderazgo, comprensión del entorno competitivo, administración eficaz de recursos (incluyendo tiempo y dominio de herramientas informáticas); generando entrenamiento a los estudiantes para enfrentar mejor la realidad en el futuro del ejercicio de su vida profesional (12).

El juego gerencial se puede vincular con el concepto de estrategia entendida como un programa gerencial de acción, despliegue de habilidades y recursos para obtener un objetivo trascendente. En un mundo globalizado se afirma que la simulación de negocios no implica solamente un modelamiento a partir de parámetros de control y gobernabilidad, sino una lógica de causa y efecto que

evidencien el impacto de cada una de las decisiones a ser tomadas, en tal virtud, es fundamental diferenciar entre un juego en tiempo real (permite desarrollar funciones operativas) y un juego de procesos (busca desarrollar mayor análisis a las decisiones), pues su objetivo está condicionado a la finalidad del aprendizaje (13).

Company Game, una empresa distribuidora de simuladores de negocios, evidencia que dichas herramientas promueven el aprendizaje por descubrimiento, recreando situaciones reales de trabajo en las que integran desde decisiones estratégicas hasta decisiones operativas del diario desenvolvimiento empresarial (14).

La simulación de negocios se traduce en una experiencia de juego que ha tomado una serie de interpretaciones que incluyen el aprendizaje o habilidades de entrenamiento, aspectos de los juegos de negocios, relación entre juegos de negocios y los enfoques de enseñanza (15). La simulación permite el desarrollo de competencias, el aprendizaje auto dirigido y el aprendizaje permanente vinculado al trabajo colaborativo. La simulación contribuye a potenciar el aprendizaje tanto teórico como práctico, aplicado a situaciones de la vida real, lo que constituye factores altamente motivantes para el estudiante, además la interacción existente entre ambos entes permite comprender la dinámica laboral en un ambiente cercano a la realidad (16).

El modelo de Simulación de Company Game permite modelar diferentes entornos empresariales, incluyendo procesos y variables que permitan simular la gestión de una empresa en forma competitiva y no competitiva, en la Fig. 1. se evidencia tanto el escenario socio económico y de mercado para el proceso de simulación, considerando la competitividad global de la empresa en función de los factores claves del éxito, así como las dimensiones de la demanda, para la distribución de la misma en las diferentes compañías objeto de la simulación.

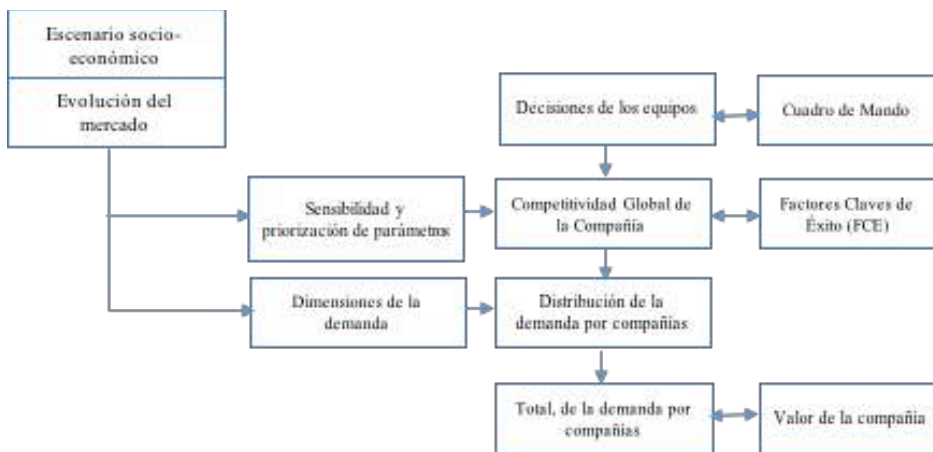


Figura. 1. Esquema del Modelo de Simulación Company Game. <http://www.company game.com>

### 1.2 Enfoque pedagógico de la simulación de negocios

El desarrollo tecnológico ha posibilitado generar plazas para prueba, adaptación y ejecución de nuevas propuestas pedagógicas que se traducen en el mejoramiento de procesos de aprendizaje, dentro de los cuales se destaca la simulación como una estrategia de aprendizaje aplicable al mundo empresarial, que permite generar mejores procesos en el desempeño laboral y toma de decisiones, las tecnologías de simulación favorecen al logro eficaz de aprendizaje significativo (17). El enfoque pedagógico recomendado por Company Game, para la aplicación efectiva de la simulación de negocios es el de “aprender haciendo” que incluye el proceso de conocer, comprender, competir y crecer, proponiendo fase para obtener el mejor rendimiento, dichas fases están orientadas a concretar los objetivos (13). Las orientaciones pedagógicas se concretan de acuerdo a los objetivos y alcances de la actividad formativa del Simulador Company Game como se demuestra en la Tabla 1.

CONOCER	COMPRENDER
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marco conceptual.</li> <li>- Las herramientas.</li> <li>- La plataforma.</li> <li>- El entorno competitivo la empresa.</li> <li>- El equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Practicar con las diferentes áreas de decisión.</li> <li>- Diagnosticar la situación de partida.</li> <li>- Identificar alternativas de actuación.</li> <li>- Definir objetivos, directrices y prioridades</li> <li>- Definir el plan de negocio/actuación</li> </ul>
COMPETIR	CRECER
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomar decisiones.</li> <li>- Evaluar los resultados obtenidos.</li> <li>- Evaluar la evolución del entorno competitivo.</li> <li>- Revisar el plan de negocio/actuación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexionar sobre el método de trabajo.</li> <li>- Identificar los aciertos y los errores.</li> <li>- Contrastar con el entorno de negocio real.</li> <li>- Interiorizar el aprendizaje. Cambiar.</li> </ul>

Tabla 1. Detalle del Enfoque Pedagógico del Simulador. <http://www.companygame.com>

### 1.3 Limitaciones y retos de la Simulación de Negocios en el aprendizaje empresarial

Al aprendizaje empresarial se lo considera un proceso basado en el aprendizaje individual para crear conocimiento con el propósito de adaptarse a las condiciones cambiantes de un entorno empresarial, generando competencias para un futuro desempeño laboral adecuado (18), en la actualidad en el contexto educativo se dispone de varias herramientas tecnológicas que contribuyen a este tipo de aprendizaje (19). Al ser la simulación una imitación de un proceso o sistema del mundo real durante un período de tiempo, ésta implica la creación de un modelo simulado del mundo real generando un sistema histórico artificial para extraer las inferencias sobre las características de operación real (20).

Las limitaciones de la simulación de negocios se desvirtúan al ser una herramienta tecnológica (21), en términos de aprendizaje y utilización de las TICs se plantea una división entre el énfasis en la formación tradicional en el dominio del hardware y el uso del software (22). Otros autores consideran que la simulación puede llegar a desviarse de la realidad según la edad y condiciones tecnológicas que rodean al sujeto (23).

La disponibilidad de recursos, tiempo de preparación, ambientación con el simulador y sus contenidos de enseñanza (24), la falta de información para la aplicación en el contexto educativo, son algunos limitantes para el uso del simulador de negocios (25) (26), en este contexto se puede concluir que un simulador de negocios imita la realidad, más no reproduce 100% la vida empresarial real.

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1 Metodología de ejecución de la simulación*

Al ser un simulador de negocios capaz de recrear la realidad de forma virtual, es importante el involucramiento de los estudiantes, en el presente caso de la carrera de Ingeniería Financiera de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH; con el fin de evaluar sus habilidades de administrar una empresa virtual sin generar riesgo alguno, permitiendo al estudiante tener una mayor capacidad de responsabilidad frente a la empresa simulada y estableciendo un juicio de preparación para su futura vida profesional, en el caso de estudio se consideró una muestra de 50 estudiantes (5 empresas), quienes utilizando el simulador de negocios Company Game Global Office 2020 que se describe en la Tabla 2; ejecutaron tres rondas de decisiones empresariales (con una duración de una semana).

Para la evolución de la simulación se consideraron:

- Datos del escenario macroeconómico: PIB (producto interno bruto), IPC (índice de precios al consumidor), inflación, tasa de crecimiento del sector.
- Datos del Mercado: segmentación del mercado, preferencias del consumidor, demanda efectiva, demanda potencial, característica de la industria, situación inicial de la empresa.
- Decisiones: toma de decisiones realizadas por los estudiantes en diferentes áreas claves del modelo de simulación.
- Resultados: para cada equipo se considera, valor de la compañía, indicadores claves de gestión, estados financieros.

<b>SIMULADOR</b>	Global2020
<b>SECTOR</b>	Producción Textil
<b>MODALIDAD</b>	Equipo Competitivo
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>Global2020 reproduce el escenario competitivo de cinco compañías productoras de artículos textiles de vestir, que deben competir entre sí.</p> <p>Todas las compañías empiezan la simulación en la misma posición competitiva. Las compañías producen y comercializan tres líneas de producto: camisas, corbatas y complementos de vestir.</p> <p>Los participantes deberán tomar decisiones relacionadas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercados: entrada en nuevos mercados.</li> <li>- Producción: adquisición de nuevas fábricas, inversión en desarrollo tecnológico, unidades a producir por producto y unidades a comprar a proveedores.</li> <li>- Diseño: mejora de diseño en productos.</li> <li>- Precios: precios por productos y mercados.</li> <li>- Promoción: gasto en promoción por producto y mercado.</li> <li>- Recursos humanos: capacitación del personal.</li> <li>- Investigación de mercado: compra de investigaciones.</li> <li>- Financiación: préstamos a corto y largo plazo.</li> </ul> <p>Adicionalmente, los participantes deberán resolver determinados ejercicios como la apertura de un departamento de compras, la entrada de un socio capitalista, el cambio de modalidad de producción a distribución o la inversión en nueva maquinaria.</p>

Tabla 2. Descripción del Simulador. Global Office 2020

Para poner en marcha la simulación de negocios como una estrategia de aprendizaje se consideró un grupo de 50 estudiantes de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Financiera, divididos en cinco grupos para la dirección de una empresa virtual con el propósito de convertirla en una empresa de éxito. Al finalizar la competencia creada mediante la plataforma virtual Company Game se evaluó el desempeño de los grupos mediante el ranking empresarial.

Al iniciar la simulación, todos los equipos presentaron igual Valor de la Compañía, el mismo que constituye el ranking que se da a cada empresa como registra la Tabla 3.

POSICIÓN	INDICADOR	EQUIPO
1	1230.31	Fashion Club
2	1230.31	Real Man
3	1230.31	Roura1940
4	1230.31	Smart One
5	1230.31	Spain 10

Tabla 3. Ranking Inicial. Simulador Global Office 2020.

Luego de ejecutar la simulación en tres períodos se determina el ranking final de los equipos, determinando el valor de la compañía a partir de la toma de decisiones, lo cual se aprecia en la Tabla 4.

POSICIÓN	INDICADOR	EQUIPO
1	1606.57	Roura1940
2	1364.25	Fashion Club
3	1275.93	Spain 10
4	1185.48	Smart One
5	1069.93	Real Man

Tabla 4. Ranking Final. Simulador Global Office 2020.

El ranking inicial y final se generan mediante el Simulador Global Office 2020, de esta forma se aprecia en la Fig. 2. la Evolución del Valor de la Compañía



Figura. 2. Evolución del Valor de la Compañía. Simulador Global Office 2020.



## 2.2 Metodología Modelo TAM

Para realizar la evaluación del uso del simulador de negocios, se aplicó el modelo TAM (27), diseñado para explicar el proceso de aceptación tecnológica en función de dos conceptos básicos, la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida (28), conceptos que influyen en la actitud hacia el uso de tecnologías y a la vez condicionan la intención conductual de uso de un sistema de información (29)(30); en este contexto se utiliza el modelo TAM para definir el nivel de aceptación de la herramienta de simulación por parte de los estudiantes aplicando una encuesta.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Resultados de la Simulación

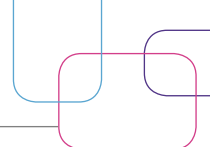
Como se observa en la Fig. 2., tres de los cinco equipos evolucionaron favorablemente al incrementar el valor de su compañía, mientras que los dos equipos restantes disminuyeron el valor de su compañía, al consultar a los representantes de cada equipo la razón de esta situación, se determinó que surgió por la toma de decisiones en forma precipitada en cuanto a las cuatro perspectivas empresariales que se consideran en el cuadro de mando integral incluido dentro del modelo de simulación. Cabe mencionar que cada equipo estuvo conformado por 10 estudiantes, quienes fueron los encargados de tomar las decisiones empresariales.

En el informe del Estado de Situación Simulado, se presentan los balances finales obtenidos por los cinco equipos (conformados por 10 estudiantes cada uno), los cuales reflejan el impacto de las decisiones tomadas durante el período de simulación.

#### INFORME BALANCE

	SmartOne	Spain10	RealMan	FashionClub	Roura1940
INMOVILIZADO	81	32	25	62	42
EXCESO DE TESORERÍA	0	14	0	0	44
STOCKS	7	29	34	23	1
CLIENTES	12	25	42	15	13
TOTAL CIRCULANTE	19	68	75	38	58
<b>ACTIVO TOTAL</b>	100	100	100	100	100
RECURSOS PROPIOS	56	-28	-120	86	4
BENEFICIO NETO	-60	60	-300	-1	33
PRÉSTAMO A LARGO PLAZO	0	45	450	0	61
PRÉSTAMO A CORTO PLAZO	0	11	0	0	0
CRÉDITO EXTRAORDINARIO	97	0	37	8	0
PROVEEDORES	7	12	32	6	2
<b>PATRIMONIO NETO + PASIVO</b>	100	100	100	100	100

Tabla 5. Informe Balances (Situación de la Compañía). Global Office 2020



La Tabla 5 contiene el informe de balances finales, se observa que la empresa Roura1940 es la empresa que tiene mayor efectivo con un valor de 44, seguido por Spain10 con 14; mientras que las tres empresas restantes en esta cuenta poseen 0 USD, lo que representa que dichas empresas tienen problemas para cancelar sus deudas al muy corto plazo, el stock en la empresa Roura 1940 es el menor de las cinco empresas, evidencian un manejo adecuado de inventarios, pues mantener un stock elevado genera un costo que asume la empresa. La cuenta clientes (cuentas por cobrar) se evidencia un nivel bajo en empresas como Roura 1940 y SmartOne, mismas que en el resultado final ocupan el primero y tercer lugar acorde al valor de la compañía como se evidencia en la tabla 4. En cuanto a los recursos propios se evidencia un nivel de endeudamiento elevado en la compañía RealMan, lo que ha provocado que dicha empresa tenga un nivel de pérdida de 300%, además su nivel de endeudamiento es de 450% sobre el total de sus activos.

### 3.2 *Discusión de Resultados*

Una vez concluidas las rondas de negociación en el simulador utilizado se tomó una muestra de 50 estudiantes, a quienes se aplicó un cuestionario para determinar la evaluación de los participantes y su experiencia en la simulación de negocios considerando aspectos como:

- Percepciones de utilidad.
- Percepciones de facilidad de uso.
- Actitudes.
- Sistemas de uso.

Los aspectos mencionados están basados en el modelo TAM, constituye una teoría de sistemas de información que modela cómo los usuarios (estudiantes) llegan a la aceptación del uso del simulador como una tecnología, este modelo ha demostrado ser uno de los más eficientes en la información para predecir la aceptación del usuario y el comportamiento del uso, este instrumento fue validado por Davis (1986;1988;1993); la hipótesis planteada se enfoca en comprobar que la simulación de negocios es una estrategia de aprendizaje empresarial. Una vez aplicada la encuesta a la muestra se empleó estadística para comprobar la hipótesis planteada mediante el software SPSS 23.0, como se muestran en las Tablas 6 y 7.

	Diferencias emparejadas			gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar		

Par 1	PERCEPCION_DE_UTILIDAD – ACTITUDES	-0.14	0.7562	0.10694	49	0.197
Par 2	PERCEPCION_DE_UTILIDAD - PERCEPCION_DE_FACILIDAD_DE_USO	-0.2	2.33867	0.33074	49	0.548
Par 3	PERCEPCION_DE_UTILIDAD - INTENCION_DE_COMPORTAMIENTO	-0.14	1.8407	0.26031	49	0.593
Par 4	PERCEPCION_DE_UTILIDAD - SISTEMA_DE_USO	-0.18	1.93454	0.27359	49	0.514

Tabla 6. Prueba de muestras emparejadas. Resultados Encuestas SPSS 23.0

Se consideró a la percepción de utilidad como una variable independiente, y a los aspectos de percepción de facilidad de uso, actitudes y sistema de uso como variables dependientes, en este contexto se procedió al diseño del experimento con los datos obtenidos como se muestra en la tabla 6.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PERCEPCION_DE_UTILIDAD & ACTITUDES	50	.873	.000
Par 2	PERCEPCION_DE_UTILIDAD & PERCEPCION_DE_FACILIDAD_DE_USO	50	-.247	.084
Par 3	PERCEPCION_DE_UTILIDAD & INTENCION_DE_COMPORTAMIENTO	50	.239	.095
Par 4	PERCEPCION_DE_UTILIDAD & SISTEMA_DE_USO	50	.156	.278

Tabla 7. Correlaciones de muestras emparejadas. SPSS 23.0

Al utilizar la comparación de medias relacionadas con un nivel de significancia de 0.05 se determinó que la percepción de la utilidad de la simulación de negocios constituye una estrategia empresarial en el proceso de aprendizaje, permitiendo de esta manera que los estudiantes visualicen el manejo de una empresa real, en un ambiente virtual. Al observar en la correlación existente entre la percepción de utilidad y el sistema de uso se determina que no existe relación entre estas variables de estudio. Tomando en consideración a la percepción de utilidad se realizó el análisis ANOVA, el cual consiste en la comparación de medias de diferentes situaciones, ligadas a cada uno de los aspectos considerados en el modelo TAM como se evidencia en la tabla 8

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PERCEPCION_DE_FACILIDAD_DE_USO	Entre grupos	39.083	4	9.771	6.721	.000
	Dentro de grupos	65.417	45	1.454		
	Total	104.500	49			

INTENCION_DE_COMPORAMIENTO	Entre grupos	52.909	4	13.227	10.899	.000
	Dentro de grupos	54.611	45	1.214		
	Total	107.520	49			
SISTEMA_DE_USO	Entre grupos	31.269	4	7.817	4.652	.003
	Dentro de grupos	75.611	45	1.680		
	Total	106.880	49			
ACTITUDES	Entre grupos	88.576	4	22.144	47.577	.000
	Dentro de grupos	20.944	45	.465		
	Total	109.520	49			

Tabla 8. Análisis de Varianza (ANNOVA)

Se puede observar el nivel de significación de las variables que corresponden 0,000 y 0,003 para la variable Sistema de Uso, por lo tanto, al estar todos los niveles de significancia bajo 0.05, es decir existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

#### 4. Conclusiones

El proceso de simulación de negocios ha permitido desarrollar las destrezas empresariales de los estudiantes de acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas aplicadas, así como la consideración de las ventajas del uso del simulador son mayores que las desventajas que pueden generar estas herramientas en el proceso de aprendizaje. A través del instrumento aplicado también se determinó el interés de los estudiantes hacia nuevas tecnologías que motiven su aprendizaje y desarrollo de habilidades empresariales desde una perspectiva de facilidad del uso de los simuladores. La actitud presentada por los estudiantes en el uso del simulador ha sido positiva al aplicar sus conocimientos, la competencia, así como mejorar aspectos de la experiencia global.

Los datos obtenidos demuestran la satisfacción del estudiante para el aprendizaje activo que permita incrementar sus habilidades aplicando todos sus conocimientos teóricos en la práctica antes de terminar su carrera. Cabe mencionar que el trabajo en equipo es una parte fundamental para el desarrollo de la simulación de negocios apoyada en las TICs

Al aplicar el modelo TAM en el caso de estudio se determinó mediante herramientas estadísticas como la comparación de medias relacionadas que la utilidad de la simulación de negocios si constituye una estrategia de aprendizaje en el ámbito empresarial.

## Agradecimientos

Agradecimiento especial a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Financiera de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su participación en la simulación y experimentación de la toma de decisiones, lo que permitió desarrollar el caso de estudio de la presente investigación.

## Conflicto de intereses

No existen intereses particulares por parte de los autores que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

## Referencias

1. González, E., Cernuzzi, L. (2009). Apoyando el aprendizaje de habilidades empresariales mediante la utilización de un simulador. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 5, pp. 8 - 19, Santiago de Chile.
2. Bailly, B. A. (2017). Simulación como parte de la Gestión de Crisis. *Industrial Data*, 20(2), 115-122.
3. Forero, J. E. D. (2012). Simulación en entornos virtuales, una estrategia para alcanzar “Aprendizaje Total”, en la formación técnica y profesional. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 42(2), 49-94
4. Pando-García, J., Periañez-Cañadillas, I., & Charterina, J. (2016). Business simulation games with and without supervision: An analysis based on the TAM model. *Journal of Business Research*, 69(5), 1731-1736.
5. MacKay, R. B., & McKiernan, P. (2004). Exploring strategy context with foresight. *European Management Review*, 1(1), 69-77.
6. Gosen, J., Washbush, J. B., & Scott, T. W. (2014). Initial data on a test bank assessing total enterprise simulation learning. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 27.
7. Culler, D., Gómez, D., y Urrego, E. (2015). La simulación como estrategia de aprendizaje financiero para el contexto laboral: estado de la cuestión. *Revista Finnova: Investigación e Innovación Financiera y Organizacional*, 1(2), 33-41
8. Arias-Aranda, D., Romerosa-Martínez, M. M., Navarro-Paule, A. J., Haro-Domínguez, M. D. C., & Ortega-Egea, M. T. (2009). La simulación como herramienta de aprendizaje para la dirección estratégica. *Cuadernos de Estudios Empresariales*, 18, 33-49.
9. Marón Torres, A. G. (2012). El simulador de negocios como medio de capacitación al personal de una empresa.
10. Vos, L. (2015). Simulation games in business and marketing education: How educators assess student learning from simulations. *The International Journal of Management Education*, 13(1), 57-74.
11. Baruffaldi, J. M., Iwakawa, S., Iwakawa, N., & Ramírez, A. Una experiencia de vinculación universidad-industria: desafiando la educación. In IX Jornadas de Vinculación Universidad-Industria (JUI 2015)-JAIIO 44 (Rosario, 2015).
12. Pérez, J., & González, A. (2014). La simulación de negocios como estrategia pedagógica/ Business simulation as a pedagogical strategy. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 9(17), 44-49.

13. Liao, Y. W., Huang, Y. M., & Wang, Y. S. (2015). Factors affecting students' continued usage intention toward business simulation games: an empirical study. *Journal of Educational Computing Research*, 53(2), 260-283.
14. Portal Company Game. Oferta Formativa basada en Simuladores de Negocios. España 2015 [actualizada en diciembre 2015; acceso 20 diciembre 2017] Disponible en: <http://www.companygame.com>
15. Washbush, J., & Gosenpud, J. (2014). Simulation performance and learning revisited. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 21.
16. Plata, J., Morales, M. y Arias, M (2009) Impacto de los juegos gerenciales en los programas de administración de empresas como herramientas pedagógicas. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 17, 77-94.
17. Plata, J. (2008). Los "juegos gerenciales": el presente de la gerencia. *Econografos. Escuela de Administración de Empresas y Contaduría Pública*, (1), 1-14.
18. Ranchhod, A., Gurău, C., Loukis, E., & Trivedi, R. (2014). Evaluating the educational effectiveness of simulation games: A value generation model. *Information Sciences*, 264, 75-90.
19. Gestal, M., Vázquez, J. M., Fernández-Blanco, E., Rivero, D., Rabuñal, J. R., Dorado, J., & Pazos, A. (2015). Aprendizaje basado en ejemplos: desarrollo de aplicaciones empresariales con tecnologías. net. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 9(1), 77-100.
20. Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A27:A51 of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
21. Campos, D. M. C., Cortés, D. C. G., & Romero, J. E. U. (2015). La simulación como estrategia de aprendizaje financiero para el contexto laboral: estado de la cuestión. *Revista Finnova: Investigación e Innovación Financiera y Organizacional*, 1(2), 33-41.
22. Laguna, M., & Marklund, J. *Business process modeling, simulation and design*. (2 ed) United Kingdom: CRC Press.
23. Siewiorek, A., Saarinen, E., Lainema, T., & Lehtinen, E. (2012). Learning leadership skills in a simulated business environment. *Computers & Education*, 58(1), 121-135.
24. Quevedo, I. D. L. A. (2011) Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. Fundación Santillana
25. León-Parra, E., & Cañas-Coto, F. (2014). Modelos de simulación en la Escuela de Administración de Negocios, UCR. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 15(31).
26. Dickinson, J. R., Gentry, J. W., & Burns, A. C. (2014). A seminal inventory of basic research using business simulation games. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 31.
27. Davis, F. D. (1986). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. Ph. D dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA.
28. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319-340.
29. Sánchez Prieto, J. C., Olmos Migueláñez, S., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Intención de uso de tecnologías móviles entre los profesores en formación. aplicación de un modelo de adopción tecnológica basado en TAM con los constructos compatibilidad y resistencia al cambio.
30. Prieto, J. C. S., Migueláñez, S. O., & García-Peñalvo, F. J. (2017). ¿Utilizarán los futuros docentes las tecnologías móviles? Validación de una propuesta de modelo TAM extendido. *Revista de Educación a Distancia*, (52).

# MARKETING SOCIAL PARA PROMOVER EL CAMBIO DEL COMPORTAMIENTO DE PEATONES Y CONDUCTORES PARA MITIGAR LA ACCIDENTALIDAD DE TRANSITO

R, Villa Uvidia, G, Miño Cascante, M, Izurieta Castelo \*

\*Correspondencia. Tel.: 0984073164,  
m\_izurieta@esPOCH.edu.ec (M, Izurieta Castelo)

## RESUMEN

El presente artículo tuvo como objetivo analizar las causas de los accidentes de tránsito ocurridos en la ciudad de Riobamba en el año 2017. Se determinó que el comportamiento de factor humano es la causa más preponderante en los mismos; esto se debe a que muchas veces se desconoce la forma de actuar adecuadamente como peatón y como conductor lo que genera condiciones extremas que culminan en accidentes que muchas de las veces son fatales y cuyas consecuencias son sumamente fuertes social y económicamente. Bajo este contexto se aplicaron estrategias de marketing social hacia los mencionados actores que interactúan en los accidentes de tránsito con el fin de promover un cambio en el comportamiento de los mismos.

Con esta base se propone la aplicación de estrategias de marketing social con el fin de crear un cambio en el comportamiento del personal y reducir el índice de accidentalidad que es bastante alto especialmente en la ciudad de Riobamba.

**Palabras claves:** *Accidentabilidad, tránsito, peatones, conductores, marketing social.*

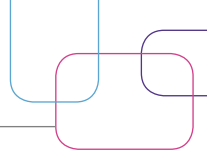
## ABSTRACT

The objective of this article was to analyze the causes of traffic accidents that occurred in the city of Riobamba in the year 2017. It was determined that the behavior of human factor is the most predominant cause in them; This is due to the fact that many times they do not know how to act properly as a pedestrian and as a driver, which generates extreme conditions that end in accidents that are often fatal and whose consequences are extremely strong socially and economically. In this context, social marketing strategies were applied to the aforementioned actors who interact in traffic accidents in order to promote a change in their behavior.

With this base we propose the application of social marketing strategies in order to create a change in the behavior of the staff and reduce the accident rate which is quite high especially in the city of Riobamba.

**Keywords:** *Accident, traffic, pedestrians, drivers, social marketing*





## 1. Introducción

Según el informe anual de la Organización Mundial para la Salud del año 2017, se ha determinado que 1.24 millones de personas mueren al año en accidentes de tránsito, más del 50% de las víctimas no viajaban en el automóvil, es decir se encontraban como peatones, de estos accidentes alrededor de 20 a 50 millones de personas al año quedan lesionadas o incapacitadas. Por otra parte el grupo etario involucrado en dichos actos son personas jóvenes entre 15 y 45 años y finalmente los costos de estos accidentes representan cerca 2% PIB de cada país.

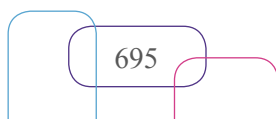
En el caso de Ecuador las cifras son bastante similares y presentan una tendencia creciente, pues en el año 2016 el número total de accidentes fue de 30 269 con un promedio mensual de 2522 accidentes por mes y siendo el mes de enero el mes que mayor número de accidentes tuvo; esto lo demuestran las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Censo del Ecuador.

Para el caso específico de la provincia de Chimborazo los resultados son preocupantes (más de 650 accidentes en el año) ya que la misma se encuentra entre las tres provincias con mayor número de accidentes solo después de Guayas y Pichincha que son las provincias con mayor número de habitantes del país.

Esta situación condujo a realizar un análisis más profundo de las principales causas que provocan estos accidentes y quienes están involucrados, mediante el levantamiento de información se identificó que las causas están muy ligadas al comportamiento de los seres humanos tanto como conductores como también como peatones ya que son ellos quienes tienen el control sobre los demás factores, concluyendo que en la mayoría de casos dicho comportamiento se debe a que desconoce o no tiene clara la información, no sabe cómo utilizar dicha información o simplemente no quiere usar esta información.

Bajo este contexto se propuso aplicar ciertas estrategias de marketing social dirigido a promover ese cambio que mucha falta hace en todas las personas que interactúan día a día en el tránsito de las ciudades del país, pues el tránsito se deriva de todas y cada una de las actividades que cumplen las personas en su diario vivir. En este sentido el llamado Marketing social, permite llegar a grandes cantidades de personas sin tener que reunirlos en grandes grupos y en lugares de concentración masiva sino que se puede emplear las redes sociales y cualquier otro medio de comunicación e información y al cabo de un periodo de tiempo se logran resultados muy eficientes.

Según (1) se define al marketing social como el cambio de actitudes, creencias y comportamiento de los individuos o de las organizaciones en beneficio de la sociedad y que la transformación social debe ser el propósito fundamental de toda campaña de esta índole. Así mismo se dice que el marketing social sea una herramienta en el diseño, implementación, y control de programas pensados en



la aceptación de ideas sociales, implicando consideraciones de planificación de producto, precio, comunicación e investigación.

Por otra parte según (2), el marketing social es el comportamiento del consumidor. La finalidad del logro en el cambio de ideas, creencias, actitudes y comportamientos previamente identificados.

Otro criterio muy importante es el de (3) que afirma que el Marketing social consiste en la aplicación del marketing general con el fin de cambiar los comportamientos sociales de un grupo de personas o de un sector de la sociedad con el fin de mejorar el bienestar de la sociedad en su conjunto.

Finalmente con el fin de generar una concepción más concatenada con el problema a investigar, se establece que el Marketing es una disciplina que ya traspasa en el ámbito comercial, puesto que su inventiva, para detectar y satisfacer necesidades de consumo y uso de bienes y servicios, también es muy ventajoso para descubrir y satisfacer necesidades de tipo social, humanitarias y subjetivas. Por lo que su campo de acción no se restringe solamente al ámbito de las empresas, sino que se amplifica a asociaciones sin fines de lucro, fundaciones, entidades religiosas y también al Estado.

Estos nuevos campos de acción alcanzan lo que los autores denominan Marketing Social, que también contienen las acciones de tipo social y humanitarias que realizan las empresas, para que el público las asocie a ellas y sus marcas con una inquietud por lo social, lo humanitario y lo ecológico. Entre los cometidos del marketing social, está el diseño de estrategias para el cambio de explícitas conductas. Para ello se vale de los adelantos en la tecnología de las comunicaciones y de las técnicas de comercialización.

### **Principales características del marketing social**

El objetivo del marketing social es cambiar las opiniones, actitudes o comportamientos del público consumidor. El marketing social busca la concienciación, la comprensión y la aceptación de las ideas o causas sociales propuestas, lo que implica conseguir cambios en las personas.

Se puede señalar como principales características de este tipo de marketing:

- **Proporcionar información:** Muchas causas sociales tienen como objetivo informar o enseñar a la población. Lo que se pretende con el marketing social es proporcionar una nueva información a las personas con el objetivo de elevar su nivel de conocimiento respecto a un hecho, aportándole un cambio en su conocimiento con respecto a él.
- **Estimular acciones beneficiosas para la sociedad:** Con este tipo de marketing

se pretende inducir al mayor número de personas a tomar una acción concienciada y determinada durante un periodo de tiempo cuanto más extenso mejor.

- Cambiar comportamientos nocivos que se encuentran en la sociedad: El marketing social trata de ayudar a las personas a observar esos comportamientos y a activar la necesidad de modificar los aspectos que pueden beneficiarles.
- Cambiar valores en la sociedad: Hay causas sociales promovidas por el marketing social que intentan modificar las creencias o valores arraigados en la sociedad.
- Pero además, dentro del marketing social se puede destacar otro tipo de características más relacionadas con la actividad, la demanda o los beneficios (entre otros factores). Estos son:
- Atiende un mercado con demanda negativa: Este tipo de demanda a la que se orienta el marketing social requiere una gran cantidad de recursos, constancia e insistencia, puesto que en muchas ocasiones los resultados se ven a largo plazo. Los resultados a corto plazo son importantes, pero no tanto como su mantenimiento y alargamiento según vaya pasando el tiempo.
- Trabaja en temas especialmente delicados: La mayoría de conductas en las que se quiere influir a través del marketing social son mucho más comprometedoras que las del sector comercial, lo cual tiene como consecuencia que sea difícil la realización de una investigación de mercados adecuada para que el programa sea eficaz. (4)

### **Objetivos del marketing social**

En función del tipo de ideas o causas sociales se puede clasificar los objetivos del marketing social en los siguientes:

- a) Proporcionar información: Hay muchas causas sociales que tienen como objetivo informar o enseñar a la población. Se trata, por tanto, de llevar a cabo programas educativos, tales como las campañas de higiene, nutrición, concientización de problemas del medio ambiente, etc.
- b) Estimular acciones beneficiosas para la sociedad: Otra clase de causas sociales tratan de inducir al mayor número posible de personas a tomar una acción determinada durante un periodo de tiempo dado.
- c) Cambiar comportamientos nocivos: Otro tipo de causas sociales tratan de inducir o ayudar a las personas a cambiar algún aspecto de su comportamiento que pueda beneficiarles como, por ejemplo, no drogarse, dejar de fumar, reducir el consumo de alcohol, etc.
- d) Cambiar los valores de la sociedad: Tratan de modificar las creencias o valores arraigados en la sociedad. Por ejemplo, planificación familiar, eliminación de costumbres ancestrales, incineración de cadáveres, etc.

## Tipos de Marketing Social

El marketing social a lo largo de los años ha evolucionado dentro de las empresas u organizaciones, que ha dado como resultado una diversidad de estrategias metodológicas que, dentro de una perspectiva relacional, se puede sintetizar en tres áreas:

1. Marketing social interno
2. Marketing social externo
3. Marketing social interactivo

**Marketing social interno:** El marketing social interno hace referencia al desarrollo y al fomento de la cultura organizacional empezando desde los propios miembros, responsables de organizar los programas y procesos de comunicación, es decir, los encargados de llevar a cabo un buen proceso de comunicación entre estos tenemos los políticos, agentes sociales, profesionales varios, educadores, intelectuales, representantes de agrupaciones empresariales, sociales, sindicales, etc. Para de esta manera transmitir una información veraz y confiable para cada uno de los miembros de la organización.

Dado el carácter poco tangible y la naturaleza del mensaje que se quiere fomentar, es imprescindible que todos aquellos organismos, instituciones y entidades implicadas, interioricen los valores y comportamientos que se pretenden transmitir.

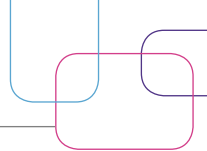
**Marketing social externo:** El marketing social externo son todas aquellas técnicas, tácticas para llevar a cabo estrategias además de la publicidad social, las acciones propagandísticas o las campañas socioculturales, son algunas de las técnicas de comunicación social utilizadas para fomentar un cambio de valores.

Es decir el marketing social externo tiene como objeto realizar la estrategia correcta para dar a conocer los valores y comportamientos que el público debe adoptar y las cuales deben primar en la sociedad.

**Marketing social interactivo:** Este tipo de marketing social no se necesita a agentes pasivos, al contrario tienen que tener la capacidad informativa en todo momento que dura el programa, es decir dentro de este aspecto, se debe tener la capacidad crítica y analítica para poder fijar relaciones de causa y efecto, utilizando la racionalidad, siendo inteligentes al momento de elaborar comunicación con los receptores, teniendo en cuenta las consecuencias positivas que contribuirán al desarrollo social.

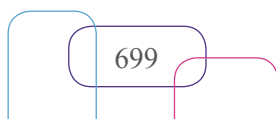
## Tareas del marketing social

Las tareas que cumple el marketing social dentro de la sociedad son muy impor-



tantes para que exista un cambio, la cual detallaremos a continuación:

- **Informar:** Es importante que la población en general esté informada de la presencia de productos sociales, alcance y cobertura. Sin esta función es imposible para las personas tener acceso a los productos sociales. Para informar se necesita una mayor exactitud en la determinación del mercado meta y se deberán ejecutar las investigaciones necesarias para medir el impacto de la información. Por ejemplo, **Iberdrola**, en no de sus anuncios presenta un producto que procede de energía 100% renovable y nos permite proteger y preservar nuestro planeta sin cambiar el estilo de vida que llevamos. Dice lo siguiente: “Cambia a la energía verde IBERDROLA y cuida el planeta sin cambiar de vida”
- **Recordar:** Después de haber informado a la comunidad acerca de los productos y servicios de la empresa, se debe realizar acciones de comunicación para que el mercado meta tenga presente los productos y servicios. Se desea posicionarse en la mente de las personas con la finalidad de que estos busquen adquirir el producto social. No es suficiente informar para incentivar a que las personas adquieran un comportamiento, es importante reforzarlo mediante una estrategia de recordación. Por ejemplo, el Ministerio de Sanidad de Madrid para que la población esté informada al tanto del uso de los preservativos reitera mínimo dos veces al año, la importancia de la salud sexual; con su anuncio: “doce meses, doce causas” donde también menciona la importancia de su uso para evitar problemas y enfermedades como la herpes & genital, sífilis, hepatitis B entre otros.
- **Educar:** Este factor se debe implementar evidentemente en lugares estratégicos para que tenga influencia en los hogares, escuelas, hospitales, lugares públicos, entre otros. Un ejemplo claro de esta fase son los valores que se imparten para complementar los adquiridos dentro del hogar durante el ciclo estudiantil de cada persona.
- **Persuadir:** No basta con informar y recordar para que la gente adquiera un producto social, sino que es importante efectuar una comunicación persuasiva que encamine a la modificación del comportamiento de la población. Tomando el ejemplo de la fase anterior es importante que una vez que se hable de valores, se empiece a practicarlo durante la clase para facilitar su aprendizaje.
- **Concienciar:** El marketing social busca que las personas tengan conciencia de la problemática social para que el cambio de conducta provenga de la convicción del individuo y no de imposiciones. El crear conciencia con el marketing social está orientado a que el mercado meta comprenda la problemática social a través de casos de personas que, por no asumir la conducta deseada, han pasado por la situación que se desea combatir. Por ejemplo, dar a conocer



la problemática de la basura para invitar a las familias a que clasifiquen los desechos orgánicos e inorgánicos. (4)

## 2. Materiales y Métodos

La metodología utilizada para la presente investigación se basó en el análisis y evaluación de los accidentes de tránsito con un énfasis en las causas y los factores involucrados con el objetivo de identificar cual es el grado de participación de las personas y cuál es su comportamiento antes y luego de que se produce el accidente, en función de ello se plantea proponer la aplicación de ciertas estrategias de marketing social para lo cual se hace un enfoque completo de cómo funcionan dichas estrategias y como logran infundir efectos positivos en el comportamiento de las personas, se utilizó la entrevista y análisis documental.

## 3. Resultados

### Análisis de la accidentalidad en función del marketing social

Teniendo en cuenta la concepción del marketing social y su relación con el área del tránsito y especialmente con el comportamiento de las personas en los accidentes de tránsito en esta parte del estudio se presenta el análisis de las causas de los accidentes en el área de estudio que es el circuito Riobamba de la provincia de Chimborazo.

De acuerdo a las estadísticas que se llevan en el departamento de policía denominado servicio de investigación de accidentes de tránsito (SIAT) el mismo que funciona adjunto a la Jefatura de Transito de la provincia se logró recabar valiosos datos que se muestran a continuación y que permitieron identificar las causas más prevalecientes en los accidentes de tránsito.

Estos datos permitieron determinar la siguiente información: la tipología de los accidentes, las causas y efectos, la evolución de los mismos según el día de la semana y se pudo totalizar el número de accidentes para el circuito. Esta información se presenta en las siguientes tablas:

Esta tabla evidencia que el choque lateral es el tipo de accidente más común, el mismo que se produce entre dos vehículos maniobrados por sus conductores que no respetan la prioridad de circulación en las vías (comportamiento de la persona) de una ciudad, lo que ocasiona que haya un impacto por uno de los costados del vehículo.

TIPO	ACCIDENTES	FALLECIDOS	HERIDOS
Total	613	63	234
Choque Lateral	225	4	52

Estrellamiento	117	5	25
Atropello	75	12	51
Choque por Alcance	44	3	8
Perdida de Pista	42	14	30
Choque Frontal	40	10	23
Rozamiento	19	0	1
Colisión	14	1	2
Perdida de Carril	11	3	19
Volcamiento	11	5	15
Caída de Pasajero	7	2	6
Arrollamiento	6	4	2
Encunetamiento	2	0	0

Tabla 1. Tipología de los accidentes de tránsito.

Fuente: Jefatura de Tránsito de Chimborazo-SIAT

En la tabla 2 se identifica que la causa más ponderada es la impericia e imprudencia del conductor y en quinto lugar está también la imprudencia del peatón lo que conlleva nuevamente a un comportamiento no apropiado de las personas que intervienen en este tipo de accidentes.

CAUSA	ACCIDENTES	FALLECIDOS	HERIDOS
<b>Total</b>	<b>613</b>	<b>63</b>	<b>234</b>
Impericia e Imprudencia del Conductor	467	45	179
Causas Desconocidas	21	3	8
Falta de atención en la conducción	70	9	27
Estado de Embriaguez	27	0	8
Imprudencia Peatón	17	5	7
Factor Climático	3	1	1
Daños Mecánicos	3	0	0
Dormirse Manejando (Impericia)	1	0	3
Presencia de Animales en la Vía	2	0	1
Obstáculos en la Vía	1	0	0
Adelantamiento Inadecuado / Invadir Carril	1	0	0

Tabla 2. Causas de los accidentes de tránsito en Chimborazo

Fuente: Jefatura de Tránsito de Chimborazo-SIAT

La tabla 3 determina el día que ocurren más accidentes, de la cual se establece que los días domingo y sábado con mayor número de accidentes debido a que una gran cantidad de personas realizan actividades de diversión y ocio y consumen bebidas alcohólicas en gran medida especialmente en la noche.



<b>DIASEMANA</b>	<b>ACCIDENTES</b>	<b>FALLECIDOS</b>	<b>HERIDOS</b>
<b>Total</b>	<b>613</b>	<b>63</b>	<b>234</b>
Domingo	122	13	44
Sábado	112	13	33
Martes	70	6	23
Viernes	86	10	27
Jueves	80	10	47
Miércoles	65	5	22
Lunes	78	6	38

Tabla 3. Accidentes según el día de la semana

Fuente: Jefatura de Transito de Chimborazo-SIAT

Por último, la tabla 4 permite totalizar los accidentes basados en la ubicación de ocurrencia estos en la zona urbana o rural y sus efectos de fallecimiento y heridos de dichos accidentes.

<b>ZONA</b>	<b>ACCIDENTES</b>	<b>FALLECIDOS</b>	<b>HERIDOS</b>
<b>Total</b>	<b>613</b>	<b>63</b>	<b>234</b>
URBANA	463	25	129
RURAL	150	38	105

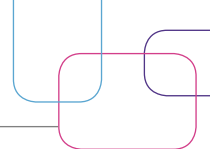
Tabla 4. Total de accidentes de tránsito según la zona de ocurrencia

Fuente: Jefatura de Transito de Chimborazo-SIAT

La investigación constató que hasta julio de 2017 han ocurrido 326 accidentes viales y solo el mes de agosto del mismo año fallecieron 18 personas a causa de colisiones vehiculares en importantes carreteras de la provincia (a la altura del cantón Colta, y en Guamote), en los cuales se determinó que las causas en ambos accidentes estaban ligadas a un mal comportamiento de los conductores que no respetaron las horas de conducción y el uso del carril de conducción.

Una vez que se contó con la definición de las estrategias de marketing social y sus relación con el diagnostico de las causas de los accidentes de tránsito, se logró interrelacionar estos dos aspectos a través de la propuesta de aplicación de ciertas estrategias específicas basadas en la información y la educación a las personas tanto conductores como peatones mediante la promoción y publicación de estas estrategias en redes sociales, medios de comunicación y spots en medios de transporte de uso masivo con el fin de ir generando un cambio en el comportamiento del factor humano, que es el principal actor y que tiene una prevalencia fundamental en los efectos negativos de esta problemática social.

En este sentido, luego de aplicar la medida de actuación en un grupo de conductores y peatones durante los meses de noviembre y diciembre de 2017 se pudo detectar con un nuevo levantamiento de información que el numero promedio de



accidentes de este tipo por mes se redujo en un porcentaje considerable en comparación a los mismos meses del año anterior, así lo evidencia la siguiente tabla.

Chimborazo	total 2016	total 2017
Diciembre	789	749

Tabla 5. Comparativo de siniestros luego de la aplicación de la medida.

Fuente: Equipo de investigación

#### 4. Discusión

Con los resultados obtenidos luego de haber aplicado la medida de actuación en el corto plazo se llegó a la conclusión de que en la actualidad es muy importante interrelacionar las distintas áreas de formación de la academia para generar alternativas de solución más óptimas y adecuadas con la utilización de recursos limitados pero que desarrollan efectos positivos en grupos más grandes de involucrados en distintas problemáticas que afectan a la sociedad en general.

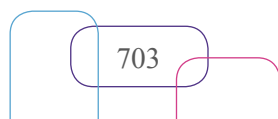
#### 5. Conclusiones

La interacción entre las áreas académicas permite generar soluciones adecuadas ante cualquier problemática y más aún cuando se tratan de problemas que inmiscuyen a los seres humanos, ya que estos son formables, perfectibles y pueden cambiar su comportamiento con una apropiada información y educación.

El marketing social y la problemática del tránsito y transporte en general están muy correlacionados ya que hay un elemento en común como es la persona quien genera pero también recibe información, la misma que permite cambiar el comportamiento en periodos considerablemente cortos.

#### Referencia

1. Rangun y Karim. *Marketing Socialteoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación, 1991.
2. Perez, Luis. *Marketing social: teoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación, 2004.
3. Tomey, Ann. Guía de gestión y dirección de enfermería. *Google Libros*. [En línea] 22 de Abril de 2009. [Citado el: 10 de Enero de 2018.] [https://books.google.com.ec/books?id=Oi-9yLIEavkQC&pg=PT838&dq=marketing+social&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjm7rW\\_q87YAhVQulMKHSLfDLC4RhDoAQg0MAI#v=onepage&q=marketing%20social&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=Oi-9yLIEavkQC&pg=PT838&dq=marketing+social&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjm7rW_q87YAhVQulMKHSLfDLC4RhDoAQg0MAI#v=onepage&q=marketing%20social&f=false).
4. Rivera, J y Garcillán, M. *Marketing Sectorial. Principios y aplicaciones* . Madrid : ESIC, 2014.
5. Bloom, Paul. *Marketing Social: teoría y practica* . Mexico : Pearson Educación, 1995.
6. Romero, Luis. *Marketing social: teoría y práctica*. *Google Libros*. [En línea] 2004. [Citado el: 10 de Enero de 2018.] <https://books.google.com.ec/books?id=S9QJIOM8pO->



8C&printsec=frontcover&dq=marketing+social&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwip2JSYn-87YAhUSxWMKHRsMAXwQ6AEIJTAA#v=onepage&q=marketing%20social&f=false.

7. Kotler y Zaltman. *Marketing Social*. Mexico : Pearson Educación, 1971.
8. Andreasen. *Marketing Social: Teoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación, 1994.
9. Sirgy, Moris y Samli. *Responsabilidad social corporativa*. Madrid : ESIC, 1985.
10. Andreasen, Alan. *Responsabilidad social corporativa*. Madrid : ESIC, 1995.
11. Moliner, M. *Responsabilidad social corporativa*. Madrid : ESIC, 1999.
12. Rivera, Jaime. *Marketing Sectorial: Principios y Aplicaciones*. Madrid : ESIC Editorial, 2014.
13. Romero, Luis. *Marketing social: teoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación,, 2004.
14. Tomey, Ann. *Guía de gestión y dirección de enfermería: incluye Evolve*. Barcelona : Elsevier Health Sciences,, 2009.
15. Kotler y Keller. *Guía de gestión y dirección de enfermería: incluye Evolve*. Barcelona : Elsevier Health Sciences,, 2006.
16. Kotler y Andreasen. *Guía de gestión y dirección de enfermería: incluye Evolve*. Barcelona : Elsevier Health Sciences, 2002.
17. Braidot, Néstor. *Nuevo Marketing total*. Mexico : Mc Graw Hill, 2002.
18. Fontes, Miguel. *Marketing Social*. Madrid : Elsevier Brasil, 2017.
19. Bloom, Paul. *Marketing social: teoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación, 1995.
20. Andreasen. *Marketing social: teoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación, 1994.
21. Rangun y Karim. *Marketing social: teoría y práctica*. Mexico : Rangun, 1991.
22. García, Fernando. *Responsabilidad social corporativa: teoría y práctica*. Madrid : ESIC, 2012.
23. Alonso, Marisol. *Marketing Social Corporativo*. Madrid : ESIC Editorial, 2000.
24. Leal, Antonio. *Gestión del Marketing Social*. Barcelona : McGraw Hill, 2000.
25. Navarro, Fernando. *Responsabilidad social corporativa: Teoría y práctica*. Madrid : ESIC Editorial, 2007.
26. Rabassa, Bernardo. *Marketing Social*. Bogotá : Ediciones Pirámide, 2000.
27. Romero, Pedro Asensio. *Marketing Municipal*. Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 2008.
28. Kotler , Philip, Levy y Sydney. *Marketing social: teoría y práctica*. Mexico : Pearson Educación, 1969.
29. Izurieta M. *Marketing Social*. Chimborazo : Espoch, 2018.

# ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES INDICADORES QUE INCIDEN EN LAS FINANZAS PÚBLICAS DEL ECUADOR

(ANALYSIS OF THE MAIN INDICATORS THAT AFFECT  
THE PUBLIC FINANCES OF ECUADOR)

Gerardo Luis Lara Noriega, Natali Del Rocío Torres Peñafiel,  
Josselyn Alexandra Ilbay Sanchez, Lissette Alexandra Benalcázar Moreno

Facultad de Administración de Empresas  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH.

gerardo.lara67@yahoo.com, natalitorres3@gmail.com,  
josselynibay@gmail.com, lissbenal20@gmail.com

## RESUMEN

El presente trabajo, muestra el impacto de las Políticas Económicas en las Finanzas Públicas del Ecuador, reflejado en el análisis de los principales indicadores, cuya justificación parte de las consideraciones teóricas que se aproximan a la imbricación objeto de estudio y la necesidad de concebir una publicación novedosa que aporte de manera significativa a la ciencia, específicamente a la administración en general ya que la investigación se realizó mediante la recopilación de datos del Banco Central del Ecuador y de las políticas macroeconómicas del Ecuador a través de un estudio descriptivo – analítico, implementado técnicas de investigación de tipo documental, para considerar indicadores como: la oferta monetaria y financiera, el precio del crudo, ingresos públicos no financieros, balanza comercial y la evolución del gasto público; estableciendo como resultado el impacto de cada una de estas variables que afectan o inciden en las Finanzas Públicas del Ecuador, asumiendo la realidad actual en la que se desarrolla el país entre periodos de crisis y evolución.

**Palabras Clave:** *Indicadores, Economía Ecuatoriana, Finanzas Públicas, Políticas Públicas.*

## ABSTRACT

This paper shows the impact of the Economic Policies in the Public Finances of Ecuador, reflected in the analysis of the main indicators, whose justification departs from the theoretical considerations that approximate the creation of objects of study and the need to conceive a novel publication that contributes significantly to science, specifically to the administration in general, since the research was carried out through the compilation of data from the Central Bank of Ecuador and the macroeconomic policies of Ecuador through a descriptive - analytical study, implemented documentary research techniques, to consider indicators such as: monetary and financial supply, the price of crude oil, non-financial public revenues, trade balance and the evolution of public expenditure; establishing as a result the impact of each one of these variables that affect or affect the Public Finances of Ecuador, assuming the current reality in which the country develops in crisis and evolution stages.

**Keywords:** *Indicators, Ecuadorian Economy, Public Finances, Public Policies.*

## 1. Introducción

El principal objetivo de la ciencia económica es comprender cómo funcionan las economías de los distintos países. Esta comprensión exige contar con teorías que expliquen el funcionamiento de los fenómenos económicos, y para ello hay que recurrir a la abstracción. Una teoría es una explicación del mecanismo que subyace en los fenómenos observados. Las teorías pretenden explicar el porqué de ciertos acontecimientos o justificar la relación entre dos o más cosas. La teoría económica provee una estructura lógica para organizar y analizar datos económicos. Las teorías facilitan la predicción de las consecuencias de algunos acontecimientos. Es, precisamente, la preocupación por la política lo que hace que la teoría tan necesaria e importante. Si no hubiese posibilidad de influir sobre la actividad económica a través de políticas económicas, con el objeto de cambiar ciertos sucesos que consideramos desfavorables, la Economía sería una disciplina meramente descriptiva e histórica. (1)

Las Ciencias Económicas abarcan a las Finanzas Públicas, concebidas como “la investigación de los principios y formas que debe aplicar el poder público para allegarse de los recursos económicos suficientes para su funcionamiento y desarrollo de las actividades que está obligado a efectuar, que sobre todo es la satisfacción de servicios públicos” (2).

En consecuencia, de las nuevas funciones asignadas al Estado, las existe bibliografía especializada adecuada a la concepción actual de las finanzas públicas, donde a la concepción tradicional de actividad desempeñada por el Estado dirigida a la obtención de recursos para cubrir sus gastos, se le añade el concepto de actividad financiera encaminada a coadyuvar en la estabilización económica, al bienestar de la población en general, y a la provisión de bienes y servicios públicos.

Hoy en día las finanzas públicas adquieren gran importancia, pues su estudio científico y su forma de aplicación técnica constituyen un factor para la estabilización y crecimiento económico del país y de sus empresas como centros económicos de generación de empleo digno.

Es por ello por lo que el sistema económico de los países está compuesto por una serie de agentes económicos, los cuales tienen un objetivo concreto dentro del escenario de la Economía y son medidos, evaluados y analizados a través de indicadores.

A través, de los indicadores se puede cuantificar el comportamiento de los agentes económicos y de las diferentes relaciones que se establecen entre ellos, además sirven de guía para la política económica de los gobiernos, ya que estos introducen medidas de política económica que intentan influir sobre la evolución de esos indicadores.

Según Gentilé y López “el uso de indicadores presupone que las metas de

instituciones y dependencias públicas, así como sus niveles de logro están disponibles e identificables en planes y programas de gobierno y que no hay contradicciones entre los mismos” (3). Es así como el depender de objetivos que son cambiantes, no sólo modifica el tipo de indicadores que deben ser empleados, sino también la disponibilidad de datos para conformarlos, lo que implica un ajuste permanente de las fuentes tradicionales de información.

La importancia de los indicadores económicos radica no solo en que son elementales para evaluar, dar seguimiento y predecir tendencias de la situación de la región o el municipio en lo referente a la cuestión económica, sino que también son necesarios para valorar el desempeño de cada uno de los programas del gobierno, encaminados a lograr el cumplimiento de las metas y objetivos fijados en las políticas públicas.

Las Finanzas Públicas en Ecuador, dependen notablemente de los ingresos provenientes de la actividad petrolera, prueba de ello, es la crisis económica por la baja de precios del crudo que afectó al país en el año 2015 y 2016, cuyos efectos siguen causando rezagos en la actualidad; es así como históricamente se ha evidenciado altibajos y volatilidad en el comportamiento de las variables económicas del país.

Por ello, el presente documento aborda, un análisis de los principales indicadores asociados a las finanzas públicas ecuatorianas, destacando la importancia, no sólo de los precios del petróleo que tienen injerencia directa en la recaudación, sino también algunos factores como la oferta monetaria, balanza comercial, y la evolución del gasto público.

En el entorno económico ecuatoriano es importante analizar los principales indicadores que inciden en sus finanzas públicas; pues, es un país considerado entre las economías latinoamericanas como una de las más afectadas a partir de la caída de los precios del petróleo al igual que Venezuela, Bolivia y Argentina. La raíz de esta encrucijada se debe a que varias de las reservas monetarias producidas durante la bonanza petrolera no fueron invertidas de manera consecuente con relación a los gastos que el país ha realizado en la última década.

El actual gobierno busca desarrollar estrategias que permitan recuperar el dinero perdido en la “década ganada” , potenciar la matriz productiva, incentivar el desarrollo social y promover la inclusión económica de los sectores marginados pero las diferentes propuestas planteadas han dejado de tener un rumbo fijo en vista de que actualmente el Ecuador no posee una estabilidad política ni social, un país donde la población se ve dividida por diferentes frentes políticos, por casos de corrupción extremistas y una reciente consulta popular que de alguna forma pone un punto al final del camino dentro del gobierno actual.

Según la Anda et. al, el sector público durante la última década ha sido considerado como eje dinamizador de la economía ecuatoriana. Pasó de ser una división en pares junto con el sector privado a tomar decisiones sobre las inversiones

y el gasto que se fue ejecutando dentro de los principales ejes sociales como la educación y la salud, además de obras para la ciudadanía como carreteras e hidroeléctricas que desafortunadamente para el siguiente gobierno contemplan una serie de dudas sobre la necesidad de un gasto desmedido en áreas innecesarias con futuras consecuencias (4,5).

Más allá de tomar en cuenta las diferentes áreas donde se origina el gasto, se pretende hacer un trasfondo histórico de la economía ecuatoriana tomando en cuenta los principales indicadores macroeconómicos de las finanzas públicas. El sector Monetario y Financiero dentro de la economía del Ecuador busca establecer un equilibrio entre la oferta monetaria y la liquidez total, el análisis se basa en que resultados ha logrado obtener la gestión administrativa anterior con respecto a este indicador. Otro de los indicadores corresponde al sector real donde se pretende establecer una línea de tiempo a través de gráficas que muestren como ha ido evolucionando el crecimiento histórico del país en base a variables como el mercado laboral y el índice de precios. En el sector fiscal se toma en cuenta las principales características de los ingresos, gastos e inversiones que influyeron dentro de la economía (6). El sector externo se muestra en base a un análisis histórico que basados en la opinión de León, quien considera que el Ecuador ha tenido una gran dependencia del petróleo además de una caída de remesas que afectaron al país y por sobre todo el bajo incentivo por parte del estado en las exportaciones además de un excesivo gasto de recursos durante los años de bonanza que no fueron aprovechados a tiempo (7).

Por último, se muestra una recopilación de datos porcentuales sobre como el gasto fue evolucionando con el pasar de los años y que consecuencias provocó al estado.

El gobierno ecuatoriano pasó de tener una década ganada a tener una acumulación de deuda en cuestión de meses, eso debido a gestiones políticas anteriores que por mala redistribución de ingresos no logró cumplir con la meta propuesta cuando inició el mandato en el 2008 y que diez años después se ve reflejado como los recursos de los ecuatorianos fueron mal utilizados siendo este el motivo para que el gobierno actual tome medidas drásticas dentro de las decisiones políticas y económicas que necesita el Ecuador.

Una vez analizado cada uno de los indicadores y sus variables se pretende dar posibles soluciones al excesivo gasto por parte del Estado, crear una estructura sólida donde el gobierno pueda mantenerse firme frente a cualquier catástrofe ya sea natural o de carácter económico.

Entender la economía de un país en desarrollo no solo consiste en medir sus coeficientes o analizar el flujo de ingresos que puedan llegar a tener al final de cada año. Ecuador acaba de pasar una década llena de subidas y bajadas económicas en donde se ha visto reflejado diferentes acciones en cuanto al desarrollo pero resulta que el contexto actual demanda un impulso en los motores de crecimiento mientras protege los logros sociales que se lograron cumplir en la última década (8).



En el desarrollo de la presente investigación, se prioriza algunos conceptos importantes sobre el análisis propuesto: (a) Oferta Monetaria y Financiera: “constituyen una herramienta para la definición y seguimiento de la política económica, ya que sintetizan las transacciones financieras del Banco Central del Ecuador (BCE), los bancos comerciales y las demás instituciones financieras realizan con el resto de los agentes económicos (9). (b) Sector Real: tiene como objetivo el estudio de la economía según su composición histórica relacionado al índice de precios, mercado laboral y producción (8). (c) Sector Fiscal: “se refiere a las estadísticas que registran las transacciones económicas, tanto internas como externas del sector público no financiero compuesto por el gobierno central, los gobiernos seccionales y las empresas públicas no financieras” (10). Dentro de este indicador interviene información relevante sobre los datos del sector público no financiero donde constan las entidades que conforman el Presupuesto General del Estado, es decir, las pertenecientes a las 5 funciones del Estado: Ejecutiva, Legislativa, Judicial, Electoral y de Transparencia y Control Social (11). (d) Sector Externo: presenta un análisis histórico en el que el Ecuador ha tenido una gran dependencia del petróleo además de una caída de remesas que afectaron al país y sobre todo el bajo incentivo por parte del estado en las exportaciones (7). Por su parte, la balanza de pagos dentro del indicador del sector externo se encarga por obligatoriedad del registro de importaciones y exportaciones que ha tenido el país y como este ha ido mejorando o decayendo (12, 15).

## 2. Materiales y Métodos

El presente estudio es de tipo no experimental. Sigue un enfoque cuantitativo y alcance descriptivo–analítico, pues pretende analizar la evolución de los principales indicadores macroeconómicos en las Finanzas Públicas del Ecuador. Esta forma de investigación implica la combinación de métodos como el sintético, en conjugación con el deductivo y el inductivo, con el fin de responder los cuestionamientos del objeto que se investiga.

Se aplican técnicas de investigación de tipo documental ya que se abordan fuentes de carácter documental, tales como libros, artículos, o información relevante obtenida en documentos estadísticos generados por instituciones reconocidas.

El material bibliográfico utilizado consistió en publicaciones de autores contemporáneos especializados sobre temas de instituciones y políticas públicas, economía del sector público, entorno económico nacional e internacional; así también como libros referidos a teoría económica (micro, macroeconomía , política económica y crecimiento económico). Para la recolección de datos, se trabajó sobre las variables relevantes que involucran este estudio, es decir: oferta monetaria y liquidez, precio del crudo EP Petroecuador y WTI, Ingresos Públicos no financieros, balanza comercial y evolución del Gasto Público.

Las fuentes principales se han determinado de textos correspondientes a bibliografía especializada, publicaciones de datos y estadísticas de instituciones gubernamentales, investigación en sitios de internet y otros trabajos relacionados.

### 3. Resultados y Discusión

El Estado como ente de gobernabilidad consta de dos sectores importantes para el desarrollo económico uno de ellos es el sector privado a quienes el estado en los últimos diez años ha ido rezagando de sus obligaciones de a poco. El sector público por otro lado paso a ser la columna vertebral de la economía ecuatoriana agrupándolas en Sector público Financiero (SPF) y Sector Público no Financiero (SPNF) (9).

El Sector Público no Financiero consta de las entidades que conforman el presupuesto general del Estado dividido en 4 tipos de sectores. En la Figura 1. se presenta la evolución del sector Monetario y Financiero con Relación a la Oferta Monetaria M1 “se define como la cantidad de dinero a disposición inmediata de los agentes para realizar transacciones; contablemente el dinero en sentido estricto, es la suma de las especies monetarias en circulación, la moneda fraccionaria y los depósitos en cuenta corriente” y su Liquidez Total (M2) “se define como la suma de la oferta monetaria M1 y el cuasidinero, es decir, todos los depósitos y captaciones, que los sectores tenedores de dinero mantienen en el sistema financiero nacional” (9).

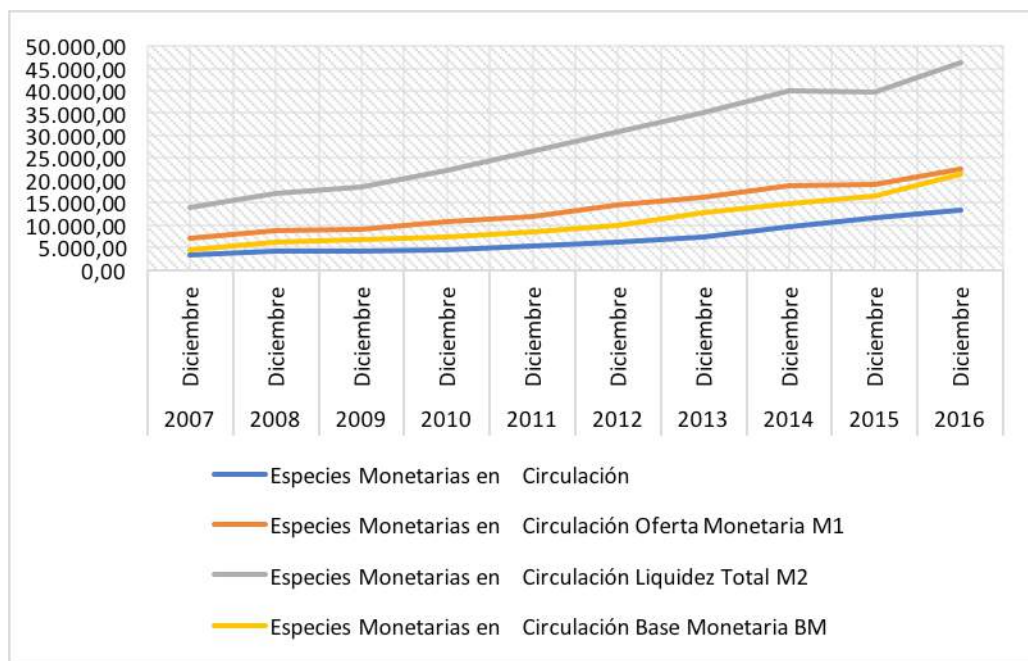


Figura 1. Oferta monetaria (m1) y liquidez total (m2), (2007-2017) (En millones de dólares al final del período)

Fuente: Banco Central del Ecuador

La oferta monetaria se define como la cantidad de dinero a disposición inmediata de los agentes para realizar transacciones; contablemente el dinero en sentido estricto es la suma de las especies monetarias en circulación y los depósitos en

cuenta corriente. La liquidez total o dinero en sentido amplio incluye la oferta monetaria y el cuasidinero. Se entiende como cuasidinero a las captaciones de las OSD, que, sin ser de liquidez inmediata, suponen una “segunda línea” de medios de pago a disposición del público. La metodología completa del cálculo y la serie 2000.1 - 2007.12 de las especies monetarias en circulación constan en la Revista “Cuestiones Económicas” del BCE, Vol. 23. N° 2, 2007. (16); en la Figura 2. se evidencia como el crecimiento anual en el mes de diciembre es directamente proporcional desde el año 2007 hasta el 2017; además de que el Sector Real dentro del presupuesto general del Estado tiene diferentes aspectos a considerar pero entre los más importantes y el que ha generado más polémica en el Ecuador ha sido el petróleo por su increíble capacidad de sacarnos de un época de bonanza para caer en el grupo de países latinoamericanos afectados por la caída de su precio en el 2015. A continuación, se muestra como el precio del barril ha ido variando durante estos dos últimos años.

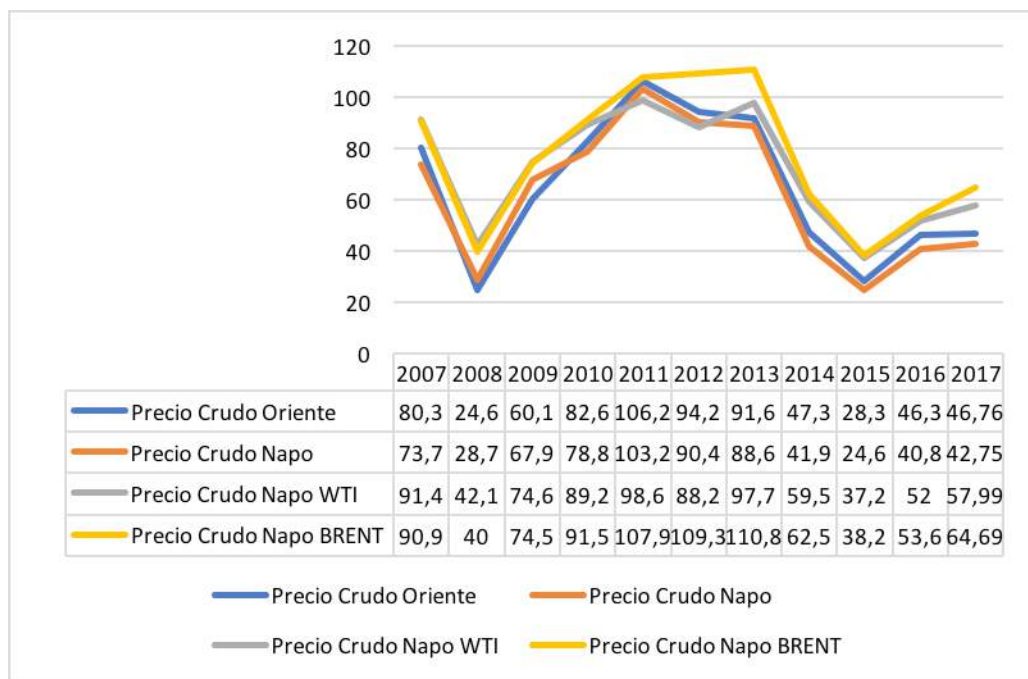


Figura 2. Precio del Crudo EP Petroecuador Y WTI, (dólares/barril)

Fuente: Banco Central del Ecuador

La Figura 2. representa los precios del crudo de petróleo según el mes de diciembre entre los años 2007 hasta el 2017 en donde se despliegan 4 de las más importantes empresas petroleras con las cuales el país exporta el crudo; por ende, en las líneas son decrecientes en dos años como son 2008 y 2015 épocas de crisis y baja de ingreso público al país. Sin embargo, en los años 2011 subió y fluctuaba su precio en un mismo rango de 80 a 100 dólares el crudo hasta el año 2013.

Pasando por el sector fiscal se puede fijar la atención dentro de las cuentas que han afectado a los ingresos del Estado y cuál de ellas ha sido la que más influencia ha tenido en menor o mayor medida suponiendo que gran parte de la información recopilada durante estos diez años nos ayuda a entender la evolución y el porqué de algunas situaciones como por ejemplo el ingreso por impuestos que como tantos otros países el impuesto a la renta supone debería representar un valor esperado bastante representativo que relativamente lo fue pero el problema radica en que aún no existe un control adecuado para que la recaudación pueda ser hecha en su totalidad. A continuación, se muestra en la Figura 3. los ingresos públicos no financieros.

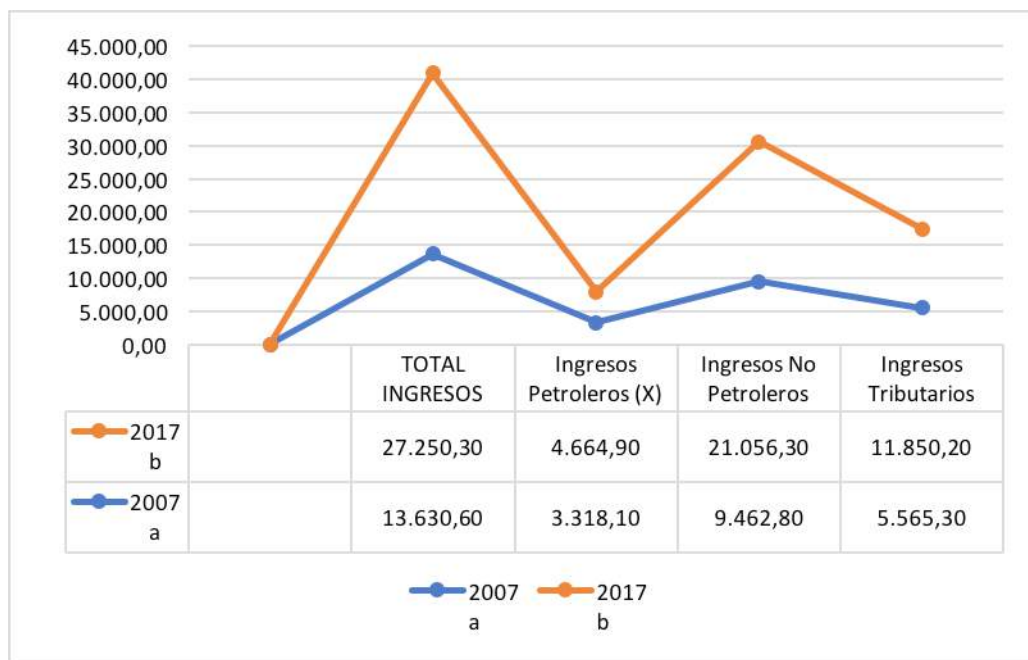


Figura 3. Ingresos Públicos no Financieros (Ene-Dic: 2007 - 2017) Millones de dólares

Fuente: Banco Central del Ecuador

La comparación entre los ingresos del sector público no financiero se ve representado en la figura anterior donde cada fracción representa el aporte de la actividad hacia los ingresos, siendo el más alto el de los ingresos tributarios con 21.056,3 millones de dólares desde el año 2007 al 2017.

En la Figura 4., correspondiente a los indicadores de la balanza comercial, se evidencias las importaciones y exportaciones que tiene el Ecuador en cada periodo y gracias a esto se puede medir la aceptabilidad que tienen los productos dentro y fuera del país. Una de las razones por las que la balanza de pagos está dentro del presupuesto general del estado es porque los ingresos por parte de las

exportaciones deberían ser siempre mayor que las importaciones, pero en los últimos años se ha visto diferentes tipos de tendencia con respecto a los datos.

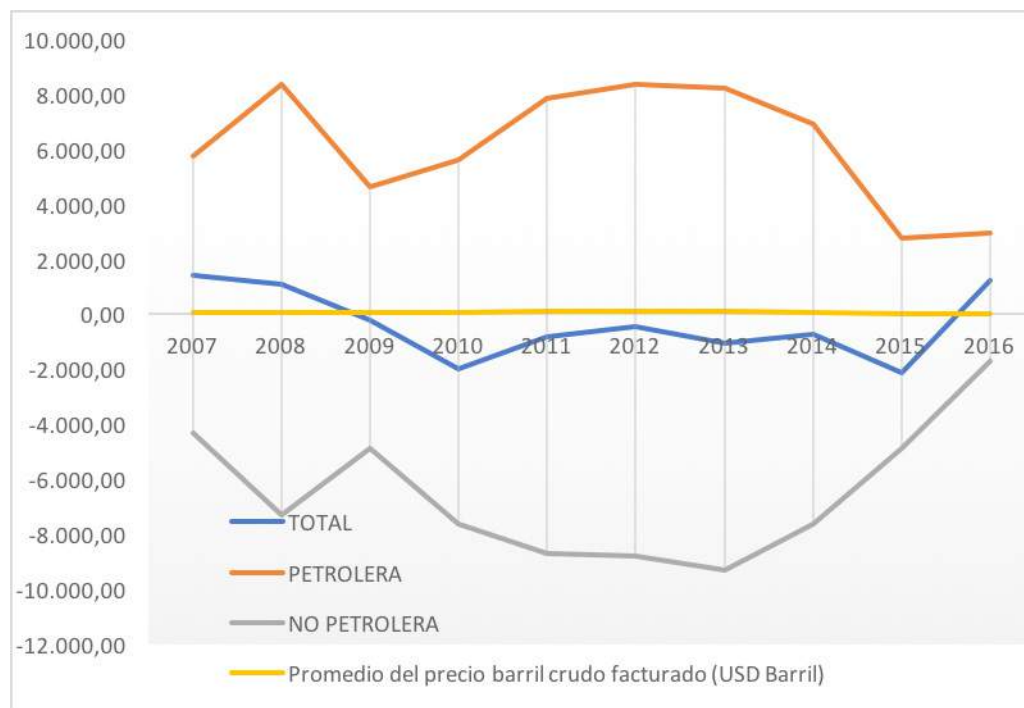


Figura 4. Balanza Comercial 2007- 2017

Fuente: Banco Central del Ecuador

Los problemas del déficit de la balanza comercial no petrolera se deben esencialmente a un fuerte ajuste de los precios de importación, aunque en los rubros de materias primas para la industria, bienes de capital y bienes de consumo duradero también se ha evidenciado una recuperación del volumen (9).

De acuerdo al promedio de los precios de barril crudo del país desde el año 2007 hasta el 2017, las más relevantes son de los años 2011, 2012, 2013 con una variación mínima de 2 a 3 puntos, en cambio los promedios más bajos del valor fueron de los años 2015 y 2016, puesto que los otros años se mantienen en un equilibrio entre 59.86 a 84.16 en donde el resultado se da de manera petrolera y no petrolera y por lo tanto los datos resueltos son un cúmulo de millones de dólares.

Por su parte, con respecto al Gasto Público, se considera que es una de las formas de intervención estatal diseñada para contrarrestar las fallas de mercado y lograr una distribución equitativa de los recursos. Es utilizado como una herramienta de política macroeconómica, aun cuando tiene consideraciones microeconómicas (asignación de los recursos y determinación de los precios) (22).

La tarea es fijar un nivel compatible con la estabilidad macroeconómica y, después reestructurar el gasto en el marco de un programa de medidas de reforma sistémica encaminadas a incrementar la tasa de ahorro interno, la inversión productiva y la eficiente asignación de los recursos (13, 14, 19); en la Figura 5 se puede observar que el comportamiento del gasto público, el cual se desglosa desde el año 2006 hasta 2017, prorrogado por lo que su fluctuación no es abrupta y va creciendo desde 21,3 % hasta 33,1%, por ende esto ha ayudado en la mejora del proceso de los gastos sin embargo son menos rentables por el hecho de que el país gasta más cada año.

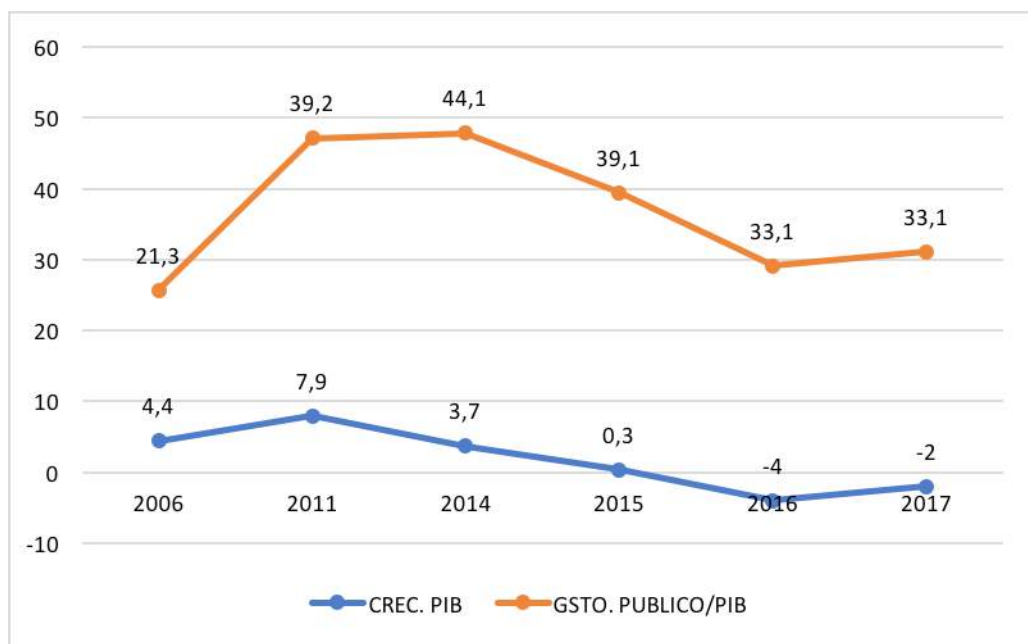


Figura 5. Evolución de Gasto público de Ecuador 2006- 2017

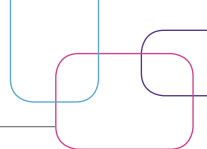
Fuente: Icaza, P. (2017) (11).

Las economías emergentes, y en particular los países de América Latina comparten tanto un consenso sobre la importancia de los equilibrios macroeconómicos, como un contexto donde la norma ha sido la presencia de costosos desequilibrios en amplios segmentos de la economía real, es decir, de la fuerza de trabajo y del capital físico. En Ecuador aún existen ineficiencias en las políticas desarrolladas, sin embargo, las políticas macroeconómicas implementadas en el período 2007-2017 han producido efectos notables en la economía del país.

#### 4. Conclusiones

Al relacionar los objetivos de las variables en mención, es evidente que el desarrollo depende o se encadena del continuo incremento de la producción en





función de cada una de ellas; para obtener equilibrio en producción, estas deben estar acompañadas de políticas comerciales estables que permitan que el sector privado estandarice y normalice la calidad de su trabajo y sobre todo garantice el pleno empleo de los que intervienen en ello.

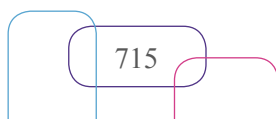
Los índices que se presentan en la investigación sugieren que la economía no está liberalizada completamente, sin embargo, son medidas necesarias hacia el desarrollo, utilizadas como medidas de protección frente a las fluctuaciones del mercado internacional.

Los saldos comerciales presentados a partir del resultado de la Balanza Comercial son indicadores de calidad, en el caso de las exportaciones de bienes y servicios vendidos a través de las fronteras, se evidencia que estos generan un incremento de producción interna motivan la elevación de estándares para ingresar a otros mercados con expectativas de consumo. De igual manera fomenta la adquisición de maquinarias óptimas y la prestación y compra de nuevas tecnologías. A pesar de que esta última acción incrementa indirectamente el nivel de importación, el mercado no se debe equilibrar con base en decisiones gubernamentales o restringiendo con impuestos a los oferentes y demandantes en temática aduanera, sino más bien el mercado se equilibra solo cuando existen tratados comerciales más ecuanímenes y no extremistas.

Si bien es cierto el Ecuador actualmente cuenta con infraestructura que no contaba hace más de una década, esto debe garantizar que los fondos se destinen a otro tipo de inversión, a otras creaciones de empleo, donde el papel principal no lo tome el solamente el Estado sino las empresas privadas a través de Alianzas Público – Privadas.

## Referencias

1. Mochón, F. y Beker V. (2008). Economía. Principio y Aplicaciones. Argentina. Cuarta Edición. Editores S.A. de C.V.
2. Ibarra, a. (2009). Introducción a las Fianzas Públicas. Manual de Contaduría Pública, Cartagena de Indias, Colombia.
3. Gentile, N. y López M. (2014). Sistema de indicadores económicos y sociales: la importancia del análisis integrado. CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL DESARROLLO. Fac. de Ciencias Económicas y Sociales – Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.
4. Anda, D. (2014). Crecimiento, Finanzas Públicas y progreso social en el Ecuador. Universidad de las Américas. Primera Edición. Quito, Ecuador.
5. Vázquez, L. (2012). Ecuador su realidad. 19ed. Sevilla-España Fundación “José Peralta”.
6. Banco Central del Ecuador. (s.f.). Obtenido de Sector Fiscal: <https://www.bce.fin.ec/index.php/sector-fiscal>
7. León, M. (2016). Diagnóstico y Perspectiva de la Economía Ecuatoriana 2016. Friedrich Ebert Stiftung, 25.
8. Banco Mundial. (2017). Banco Mundial. Obtenido de El Banco Mundial en el Ecuador: <http://www.bancomundial.org/es/country/ecuador/overview>





9. Banco Central del Ecuador. (2011). Banco Central del Ecuador. Obtenido de Metodología de la Información Estadística. Mensual: Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/IEMensual/metodologia/METODOLOGIA3RAed.pdf>
10. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2016). Facultad de Economía. Obtenido de Reporte de Consistencia Macroeconómica: <https://www.puce.edu.ec/portal/content/Sectores%20de%20la%20Macroeconom%C3%ADa/626?link=oln30.redirect>
11. Ministerio de Finanzas. (2015). Dirección de Comunicación Social. Obtenido de Finanzas para Todos: <http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/PDF-interactivo-.pdf>
12. PRO ECUADOR. (2013). PRO ECUADOR. Obtenido de Balanza Comercial: <https://www.proecuador.gob.ec/glossary/balanza-comercial>
13. Icaza, P. (2017). La conversación. Recuperado de: <http://laconversacion.net/2016/05/la-respuesta-siempre-ha-sido-mas-impuestos>
14. Brito, E. et al. (2011). Finanzas Públicas para Gobiernos Autónomos Descentralizados. Erika Brito Et. al. 1ª. Ed. Editorial IAEN. Quito, Ecuador.
15. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES. (2017). Plan toda una Vida. Quito, Ecuador.
16. Anton M. et al. (1990). Factores Explicativos del Crecimiento y la Rentabilidad. Investigaciones Económicas. pp. 153-158.
17. Weber, M. (1969). Economía y Sociedad. Edit. Fondo de Cultura Económica. México.
18. Borio. (2007), “Change and Constancy in the Financial System: Implications for Financial Distress and Policy”, BIS Working Papers, núm. 237.
19. Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (2000), Analisis Multivariante, Prentice Hall, Quinta Edición.
20. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. (2017). Quito, Ecuador
21. Reglamento del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. (2017). Quito, Ecuador.
22. Vintimilla, A. (2013). La Economía Ecuatoriana: Una visión desde la Macroeconomía estructuralista. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8058/AC-FA-ESPE-047758.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# PERCEPCIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL: UN ANÁLISIS AL SECTOR MICROEMPRESARIAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA-ECUADOR

(PERCEPTION OF SOCIAL RESPONSIBILITY: AN ANALYSIS OF  
THE MICROENTERPRISE SECTOR OF THE CITY OF  
RIOBAMBA-ECUADOR)

Jacqueline Carolina Sánchez Lunavictoria <sup>(1)\*</sup>, Fausto Marcelo Donoso Valdiviezo <sup>(2)</sup>  
Javier Roberto Mendoza Castillo <sup>(3)</sup> Andrés Leandro Rodríguez Galán <sup>(4)</sup>

- (1) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (2) Esc. de Ingeniería en Empresas Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (3) Esc. de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Facultad de Ciencias Pecuarias,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (4) Consultor, Comunity Manager Compugrafics,  
Magíster en Gestión de Marketing y Servicio al Cliente

\*Correspondencia. Tel.: 0995562029, Fax: 032940541,  
E-mail: carolina\_9000@hotmail.com (J., Sánchez)

## RESUMEN

El estudio de la RSE ha cobrado mayor interés a través del tiempo, tanto organismos y empresas han reconocido en este modelo de negocio una fuente de ventajas competitivas para las empresas de cualquier tamaño, permitiéndoles diferenciarse y enfrentar con éxito los retos de un mundo globalizado articulando a su gestión comercial la proyección social. Este estudio incluyó a 169 empresas de la ciudad de Riobamba Ecuador. Su objetivo fue medir la percepción que tienen los empresarios riobambeños al respecto de la Responsabilidad Social Empresarial. De los resultados más significativos de esta investigación se destaca que la mayoría de los empresarios asocian el término Responsabilidad Social con ayuda a la comunidad y cuidado del medio ambiente, otro hallazgo importante fue que consideran que esta práctica no se ha extendido en el sector empresarial por el desconocimiento sobre el tema, por último, la correlación demuestra que la RSE se extiende más en empresas grandes y no tanto así en medianas y pequeñas.

**Palabras claves:** *Responsabilidad Social Empresarial, ética empresarial, empresas socialmente responsables, filantropía y acción social.*

## ABSTRACT

The study of CSR has gained more interest over time, certain organizations and companies have recognized in this business model a source of competitive advantages for companies of any size, allowing them to differentiate and successfully face the challenges of a globalized world articulating to its commercial management the social projection. This study included 169

companies from the city of Riobamba, Ecuador. Its objective was to measure the perception that Riobamba entrepreneurs have about Corporate Social Responsibility. From the most significant results of this research, it is highlighted that most of the businessmen associate the term Social Responsibility with help to the community and care of the environment, another important finding was that they consider that this practice has not been extended in the business sector by ignorance on the subject, finally, the correlation shows that CSR is more widespread in large companies and not so much in medium and small.

**Key words:** *Corporate social responsibility, business ethics, socially responsible companies, philanthropy and social action.*

## 1. Introducción

Estudios desarrollados por la Corporación Ecuatoriana de Responsabilidad Social Empresarial (CERES), señala que, 8 de cada 10 ecuatorianos desconocen qué es la Responsabilidad Social Empresarial (RSE). Otros planteamientos coinciden (1), que son las microempresas quienes están relacionadas con prácticas referentes a RSE, las cuales surgen de manera no técnica, ni sistematizada y en muchos de los casos sin saber que aquello guarda relación con la lógica del tema, que de hacerlo de forma más técnica y con un conocimiento pleno las puede catapultar a ser empresas socialmente responsables y competitivas. En respuesta a lo anterior se plantea como objetivo de esta investigación determinar la percepción que los microempresarios de la ciudad de Riobamba tienen al respecto de la Responsabilidad Social e identificar cuáles son los factores que inciden para la adopción o no, de este modelo de negocio.

### 1.1 Aproximación teórica de la Responsabilidad Social Empresarial

Los primeros inicios de la Responsabilidad Social surgieron con un fin filantrópico en el siglo IX, conocidos básicamente como obras de caridad efectuadas por las iglesias y donaciones privadas. En el siglo XX se concibe el término de responsabilidad social empresarial (RSE), donde su difusión y fortalecimiento se da en los años 50's y 60's, es en este período donde emerge la idea de que, si las empresas usan recursos de una sociedad y estos le generan beneficios, el deber ético de las empresas es devolver a la sociedad parte de dichos beneficios, generando una relación armónica entre sociedad y empresa.

La RSE de las organizaciones se fusiona entre la legalidad impuesta y la moralidad libremente aceptada, ya que se basan en normas y valores que la organización asume voluntariamente, una vez asumidos tienden a ser una reglamentación interna.

Ya desde mediados del siglo XX, el precursor Bowen (2), da un nuevo enfoque a la RSE, donde señala que las empresas debían tomar en cuenta las consecuencias sociales de sus decisiones internas. Un hito de la RSE, fue la iniciativa del Pacto Global en el foro económico mundial de 1999, cuya perspectiva tecnológica fue

promover el diálogo social para la construcción de una ciudadanía corporativa global, que posibilite conciliar intereses de empresas con demandas y valores de la sociedad civil. Los principios del pacto global se agrupan en cuatro categorías: derechos humanos, trabajo, medio ambiente y anticorrupción. Y se deriva básicamente de: La Declaración Universal de los Derechos Humanos, la Declaración de Principios de la Organización Internacional del Trabajo y la Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo. (3)

Los modelos empresariales han evolucionado en los últimos cien años, desde la orientación a la producción para deslizarse a la orientación del marketing y de esta al de calidad y medio ambiente, para fortalecerse en el siglo XXI. El nuevo modelo de la RSE se proyecta en organizaciones sostenibles y sustentables, asegurando su permanencia en el mercado.

### *1.1.1 Conceptualización de la Responsabilidad Social Empresarial*

El concepto de la RSE en su acepción estratégica parte de los esfuerzos por demostrar que son varias las maneras en que las actividades de la Responsabilidad Social pueden estar relacionadas con la estrategia de la empresa. La Responsabilidad Social ha evolucionado como un modo de dar respuesta a los cambios económicos y sociales generados por el desarrollo del proceso de globalización, el cual dio lugar a la paulatina consolidación de un nuevo concepto de negocio, el cual trata de responder tanto a las exigencias de la sociedad y el mercado en que participan las empresas. (4)

De allí que en los últimos años el concepto de RSE ha sido ampliamente investigado y de gran interés, aunque para la autora en términos de contribuciones se destaca el aporte de las ciencias empresariales. En este contexto sobresalen las siguientes:

*“La RSE es una forma de gestión definida por la relación ética que establece la organización con todos los públicos que se relaciona y las metas empresariales compatibles con el desarrollo sostenible de la sociedad, promoviendo la reducción de las desigualdades sociales, preservando recursos ambientales y culturales para las generaciones futuras”.* (5)

*“Es el medio por el cual las organizaciones deciden contribuir voluntariamente a mejorar la sociedad y concientizar el impacto de su acción en la comunidad local donde actúan, para preservar el medio ambiente.* (6)

*RSE puede ser definida de la siguiente manera: ‘la responsabilidad social de la empresa abarca las expectativas económicas, legales, éticas y discrecionales que la sociedad tiene de las organizaciones en un momento dado en el tiempo’* (7).

*“la responsabilidad social es posible en las empresas pequeñas y medianas; ya que ser responsable ante la sociedad es algo propio de cualquier organización humana, y de las personas que la integran”* (8)

Partiendo de los planteamientos anteriores, se puede conceptualizar a la RSE como el proceso por el cual toda organización grande o pequeña toma conciencia de las consecuencias que genera su actividad económica en la sociedad y que a través del buen ejercicio de prácticas administrativas, ambientales, sociales y tecnológicas beneficie a todos los integrantes del entorno, con la principal finalidad de entregar a las futuras generaciones un mundo mejor del que recibimos

### *1.1.2 La Responsabilidad Social Empresarial como fuente de ventaja competitiva*

El mundo empresarial es un escenario que está en constante cambio y donde se integran unidades económicas que trabajan y se relacionan conjuntamente, constituyéndose como empresas proactivas que buscan generar y alcanzar ventajas competitivas, fusionando la responsabilidad social en su procesos administrativos, económicos y sociales.

Es así como el término competitividad relacionado con la responsabilidad social empresarial dentro de las organizaciones, es un término que ha cobrado fuerza y que ha generado un gran impacto en el ámbito empresarial. Hoy en día son varias las empresas que acogen a la RSE como ventaja competitiva tanto para garantizar su supervivencia como su sostenibilidad, satisfaciendo las necesidades de los stakeholders internos y externos. La ventaja competitiva generada por la inserción de la responsabilidad social en la empresa básicamente genera confianza, mejora la credibilidad, reputación, fidelidad e imagen no solo en el mercado, sino también con todos los miembros de la empresa y la sociedad en general. (9)

Las organizaciones refuerzan la competitividad desde las perspectivas interna y externa (10), en base a la responsabilidad social implementada como herramienta para su diferenciación con los competidores, fijadas de la siguiente manera:

Competitividad interna al trabajar por alcanzar el máximo rendimiento de los recursos con que cuenta en sus operaciones (personal, material, capital, etc.), bajo una gestión y políticas responsables por los efectos que estos traen sobre la sociedad y su entorno.

Competitividad Externa al cumplir con parámetros estándares nacionales e internacionales y las exigencias desprendidas del escenario en que se desarrollan, alcanzando en el mercado la diferenciación, reconocimiento y posicionamiento como empresa responsable.

A continuación, en la Tabla 1, se exponen los resultados internos y externos referentes a los diferentes ámbitos que desarrolla las organizaciones, producto de la interacción entre la RSE en las estrategias de las empresas para generar una ventaja competitiva.

<i>Resultados en el ámbito laboral</i>	Intervienen en hábitos, conductas y su comportamiento dentro de la empresa. Reducción del ausentismo y atraso laboral, aumento de la motivación en el desarrollo de tareas, alcance de un compromiso más allá de las recompensas, captación y retención de talentos.
<i>Resultados en el ámbito financiero</i>	Influye directamente en las operaciones de la empresa. Atrae inversiones y permite un mayor acceso a capitales, reducción de costos operativos, mejora percepción de riesgo.
<i>Resultados en el ámbito comercial</i>	Establece la dedicación y los esfuerzos de la empresa por contribuir al desarrollo. Reputación corporativa positiva, posicionamiento y diferenciación de marca, acceso a nuevos mercados.
<i>Resultados en el ámbito medioambiental</i>	Las empresas experimentarán beneficios de trabajar con una actitud de respeto tanto al medio. Aumento del rendimiento económico, reducción de costos de producción, eficiencia en el uso de sus recursos, mejor calidad e innovación y un aumento en la reputación e imagen de marca
<i>Resultados en el ámbito legal</i>	Concilia las actividades de las empresas y la legislación. La fiscalización disminuye gracias a la transparencia de los procesos y el énfasis en querer cumplir con las estipulaciones legales.

Tabla 1. Interacción de la RSE en las organizaciones.

En este sentido la RSE ha pasado de una posición radical que va desde los planteamientos de Friedman (11), donde la preocupación se centraba en los beneficios económicos de la empresa, al altruismo y la filantropía empresarial, hasta una nueva forma de gestión organizacional (12-13-14). La RSE dentro de una organización desembocará en la generación de una ventaja competitiva, volviéndola a estas más atractivas para todos los stakeholders, por la buena reputación, imagen, confianza y flexibilidad que le otorga su implementación y preservación de procesos socialmente responsables en su actividad económica.

### *1.2 Principales iniciativas mundiales en materia de Responsabilidad Social Empresarial*

Desde hace algún tiempo atrás básicamente en el siglo XXI, el tema de la RSE (Responsabilidad Social Empresarial) ha cobrado mayor fuerza, denotando el interés de ciertas empresas hacia este tema, ya sea en algunos casos por propia iniciativa o por contar con ventajas competitivas. Actualmente se puede encontrar varias herramientas relacionados en esta temática, muchas de ellas son propuestas por organismos internacionales de las cuales se ha considerado las más representativas para este análisis. (3-15-16-17-18-19-20-21).

Con la finalidad de facilitar la comprensión de estas propuestas se las ha dividido en tres niveles: principios, instrumentos e indicadores de tal manera que esto

permita identificar la funcionalidad de cada uno.

<i>Iniciativas</i>	<i>Definición</i>	<i>Iniciativas más representativas</i>
<i>Principios</i>	Guías que indican prácticas o conductas aceptables o inaceptables	Pacto Mundial Directrices de la OCDE Principios CERES Objetivos de Desarrollo del Milenio
<i>Instrumentos y normas</i>	Lineamientos relacionados directamente con la gestión de la RSE en las organizaciones y que ayudan a lograr una mejor comprensión de las ideas expresadas en los principios	Global Reporting Initiative (GRI) Estándar de Aseguramiento AA1000 ISO 26000
<i>Indicadores</i>	Herramientas de monitoreo y evaluación de las estrategias de gestión de la RSE implementadas por las organizaciones	SA8000 ETHOS

Tabla 2. Principales iniciativas mundiales en materia de responsabilidad social empresarial.

En relación a la impronta dejada por todas estas organizaciones se aprecia un marcado sesgo hacia la protección medioambiental como lo más destacado, descontándose los demás elementos considerados en la RSE con mayor grado de dispersión en cuanto a su consideración. Se observa como de las nueve organizaciones analizadas en cuatro de ellas existe énfasis en la filosofía de la RSE mientras que en las otro cinco existen tres con énfasis en los instrumentos a utilizar y dos en la necesidad de uso de indicadores.

Resulta curioso como en dicha muestra de entidades solamente una contempla como parte de la RSE la Ciencia y la Técnica, lo cual se comprende por el tipo de organización que la tiene, la cual está enfocada al Desarrollo Económico. Otro asunto de interés es la observación sobre el énfasis que la fundación ETHOS ha puesto en la necesidad de tener indicadores para medir la RSE.

## 2. Materiales y Métodos

### *Tipo y diseño de estudio:*

El presente estudio es del tipo no experimental, de diseño transversal, el enfoque de la investigación es de tipo cualitativo y cuantitativo, su alcance exploratorio, descriptivo y correlacional.

### *Sujetos de estudio*

El estudio se llevó a cabo con los directivos de 169 empresas de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. Las empresas son de distintos giros (70



dedicadas a la producción, 47 a la comercialización y distribución y 52 de servicios), según el tamaño y números de empleados, estas se dividieron en (63 micro, 60 pequeñas, 38 medianas y 8 grandes).

### *Instrumento*

Se utilizó una guía de entrevista la cual fue diseñada considerando la fundamentación teórica del documento, su validación se hizo a través del Coeficiente de Alfa de Cronbach, cuyo rango aceptable es de muy alta: 0.61-0.80 y alta: 0.81-100. Como resultado se obtuvo 0.8 confiriéndole fiabilidad al instrumento. (22)

<i>Alfa de Cronbach</i>	<i>N de elementos</i>
0,802	19

Tabla 3. Estadísticas de fiabilidad

### 3. Resultados y Discusión

De los datos obtenidos se puede inferir que el 41,32% de las empresas riobambeñas asocian el término Responsabilidad Social con ayuda a la comunidad, un 20,4% con cuidado del medio ambiente y un 15,4% lo asocia con el mejoramiento de la imagen de la empresa. (Tabla 4). Estos hallazgos a su vez respaldan la afirmación de que el término de RSE ha estado asociado desde épocas pasadas con prácticas de tipo filantrópicas. (23) La responsabilidad social es un compromiso voluntario que va más allá de las obligaciones legales; y donación de dinero, la responsabilidad social debe ser una filosofía que forme parte de toda la organización e incluirse dentro de su planeación estratégica. (24).

	<i>Variables</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válido	<i>Mejoramiento de la imagen</i>	26	15,4	15,6	15,6
	<i>Ayuda a la comunidad</i>	69	40,8	41,3	56,9
	<i>Disminución de impuestos</i>	4	2,4	2,4	59,3
	<i>Calidad de vida laboral</i>	29	17,2	17,4	76,6
	<i>Hacerse cargo de problemas sociales</i>	5	3,0	3,0	79,6
	<i>Cuidado del medio ambiente</i>	34	20,1	20,4	100,0
	<i>Total</i>	167	98,8	100,0	
Perdidos	0	2	1,2		
	<i>Total</i>	169	100,0		

Tabla 4. Aspectos con los que los empresarios asocian el término Responsabilidad Social

De la pregunta realizada a los directivos al respecto si consideraban a su empresa socialmente responsable, un 73,4% respondió afirmativamente, en contraposición un 26,6% respondió que no. Ver (Tabla 5).

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válido</i>	<i>NO</i>	45	26,6	26,6	26,6
	<i>SI</i>	124	73,4	73,4	100,0
	<i>Total</i>	169	100,0	100,0	

Tabla 5. Su empresa es socialmente responsable

A los directivos que respondieron afirmativamente se les pidió que mencionaran al menos una acción socialmente responsable que pusiera en práctica su empresa, los resultados evidenciaron que un 26,4% realiza acciones por el cuidado de medio ambiente, un 16,8% considera que dar un buen servicio es una práctica socialmente responsable, por otro lado, un 13,6% manifiesta que aspectos como el reciclaje y los beneficios de ley que reciben los trabajadores son en sí prácticas socialmente responsables. Ver (Tabla 6).

Los hallazgos de esta investigación evidencian que las mipymes a pesar de su desconocimiento formal, realizan acciones y actividades relacionadas a la RSE.

Las mipymes por su naturaleza, como unidades de negocio y generación de renta y empleo son al mismo tiempo la base fundamental para el crecimiento de las personas las familias y la sociedad. (25)

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válido</i>	<i>Acciones por el medio ambiente</i>	33	19,5	26,4	26,4
	<i>Servicio - Atención al cliente</i>	21	12,4	16,8	43,2
	<i>Puntualidad y cumplimiento en las entregas</i>	15	8,9	12,0	55,2
	<i>Reciclaje de desechos</i>	17	10,1	13,6	68,8
	<i>Capacitación</i>	1	,6	,8	69,6
	<i>Condiciones y beneficios para los trabajadores</i>	17	10,1	13,6	83,2
	<i>Cooperación - Vinculación</i>	14	8,3	11,2	94,4
	<i>Calidad en los procesos y productos</i>	4	2,4	3,2	97,6
	<i>No corrupción</i>	2	1,2	1,6	99,2
	<i>Cumplimiento con la ley - impuestos</i>	1	,6	,8	100,0
	<i>Total</i>	125	74,0	100,0	
<i>Perdidos</i>	0	44	26,0		
<i>Total</i>		169	100,0		

Tabla 6. Prácticas socialmente responsables que realiza su empresa

Al respecto de la pregunta sobre cuál es la razón por la que en las empresas no se practica la Responsabilidad Social, un 63,6% manifiesta que la causa se debe al desconocimiento sobre el tema, seguido de la ausencia de compromiso con el 20,5%, mientras que el 15,91% no la aplica por falta de recursos. Ver (Tabla 7). Estos resultados coinciden con otras investigaciones que afirman que los principales factores que limitan la adopción de prácticas socialmente responsable en las mipymes, se deben a un bajo nivel de conocimiento sobre el alcance y contenido del concepto de RSE, además de un bajo nivel de asociatividad o de alianzas entre las organizaciones y la comunidad, y una capacidad nula para gestionar la comunicación a sus públicos sobre sus prácticas y políticas de RSE. (26-27-28)

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válido</i>	<i>Desconocimiento</i>	28	16,6	63,6	63,6
	<i>Recursos</i>	7	4,1	15,9	79,5
	<i>No existe compromiso</i>	9	5,3	20,5	100,0
	<i>Total</i>	44	26,0	100,0	
<i>Perdidos</i>	<i>0</i>	125	74,0		
<i>Total</i>		169	100,0		

Tabla 7. Razón por la que no se practica la Responsabilidad Social en las empresas.

Finalmente, en la Tabla 8 se presenta la correlación entre las variables, tamaño de la empresa y empresa socialmente responsable, del análisis se obtuvo un valor de 0,598, que representa una correlación positiva moderada (29). Adicional se obtuvo el *p valor* que al ser igual a 0,00 sugiere que se rechace la hipótesis nula, ya que el valor es menor a 0,05 (error estándar), Por lo tanto, las variables están relacionadas. (30), lo que se traduce en que, para el caso de la ciudad de Riobamba, el tamaño de la empresa influye en la práctica de la Responsabilidad Social.

		<i>Tamaño empresa</i>	<i>Su empresa es socialmente responsable</i>
<i>Tamaño empresa</i>	Correlación de Pearson	1	0,598**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	169	169
<i>Su empresa es socialmente responsable</i>	Correlación de Pearson	,598**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	169	169

Tabla 8. Correlación tamaño de la empresa - empresa socialmente responsable

## **Discusión:**

En el sector empresarial de la ciudad de Riobamba se puede evidenciar que existe un desconocimiento casi generalizado sobre lo que es la Responsabilidad Social, en su mayoría los empresarios riobambeños tienden a asociar este término con asistencialismo y filantropía, en otros casos lo asocian con acciones de protección al medio ambiente, siendo insuficiente y muy limitada esta concepción, más aun si se considera que la RSE es más que un conjunto de acciones de buena voluntad o de algunas prácticas ambientales que muchas de las veces se desarrollan sin un objetivo claro puramente filantrópico y sin un verdadero y significativo impacto social.

Por otro lado, resulta preocupante que un alto porcentaje de empresarios vinculen únicamente como prácticas socialmente responsables el dar un buen servicio o cumplir con los beneficios que por ley se debe dar a los trabajadores, la RSE va más allá, es mejorar las relaciones y condiciones laborales del trabajador, velar por sus derechos humanos, propender su seguridad ocupacional, darle un trato justo y equitativo, ofrecer garantías sociales entre otros.

Adicionalmente se puede decir que el desconocimiento tanto del concepto, de las ventajas y de la forma de implantar este modelo de negocios en las empresas, ha sido una de las causas para que varias de ellas no vean en la RSE una alternativa de crecimiento y competitividad, sino por el contrario conciben la idea que ésta práctica supone una alta inversión que a largo o corto plazo no tendrá ningún beneficio. De forma paralela, aquellas que se inclinan o se ven atraídas por ésta, no la practican de forma adecuada.

Finalmente, de la correlación efectuada se pudo determinar que el tamaño de la empresa también constituye un factor que influye en la adopción de este modelo de negocio, lo que comprueba que todavía predomina la concepción errónea de que la RSE es únicamente una práctica propia de las empresas grandes.

## **4. Conclusiones**

El desconocimiento generalizado sobre el tema de la Responsabilidad Social Empresarial constituye una de las causas para la no adopción de este modelo de negocio, así como para su deficiente implantación en el sector microempresarial de la ciudad de Riobamba.

Si bien es cierto que el desconocimiento constituye un obstáculo para su adopción, esto no ha limitado que las pymes realicen ciertas actividades asociadas a la RSE, que, de hacerlas de forma más técnica, el alcance y los beneficios serían mayores.

El tamaño de la empresa constituye un factor que incide en la adopción de este modelo de negocio en el sector microempresarial, aunque como se apuntó

anteriormente la RSE puede aplicarse a todo tipo de empresas de diferentes giros y tamaños, pero el desconocimiento contribuye a que esta creencia errónea se generalice, lo que constituye a su vez en un obstáculo para que las pequeñas y medianas empresas miren en esta práctica una oportunidad para crecer y ser más competitivas.

Si bien es cierto las pequeñas empresas no son pioneras en pensamiento estratégico y muchas de ellas presentan déficits de gestión en materia de RSE, no constituye un problema que no pueda ser resuelto con un eficiente asesoramiento que aborde las ventajas y una hoja de ruta para su implantación.

Del análisis realizado al estado del arte de esta investigación, se concluye que las empresas que adoptan la RSE como modelo de negocio conciben ventajas competitivas que permite garantizar su sostenibilidad en el mercado.

## Referencias

1. Ocampo O, García J; Ciro L; Forero Y. Responsabilidad social en pequeñas empresas del sector de Alimentos y Bebidas de Caldas. [Internet] 2015 [citado 9 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/2654/265443638006/index.html>
2. Bowen, H. Responsabilidad Social de los Empresarios. New York: Harper & Row; 1953.
3. Pacto Global Argentina. 2004. Guía del pacto global: una forma práctica para implementar los nueve principios en la gestión empresarial. Buenos Aires: Sistema de Naciones Unidas, Argentina.
4. Rentería Y. La gestión de la responsabilidad social empresarial de la caja de compensación familiar del chocó [tesis doctoral]. La Habana: Universidad de la Habana; 2016.
5. Ethos. Indicadores Ethos para negocios responsables y sustentables. [Internet].2014 [citado 12 enero 2018]. Disponible en: <https://www3.ethos.org.br/contendo/indicadores-ethos-publicacoes/#.Wkv80FXibiW>.
6. Corporate Social Responsibility Green paper. Promoting a European Framework for Corporate Social Responsibility. [Internet]. 2001 [citado 22 de enero 2018]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3An26039>.
7. Carroll A. A three Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance. [Internet], Vol 4. . Academy of Management Review; 1979 [ citado 25 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/257850>
8. Argandoña, A. La responsabilidad social de las empresas pequeñas y medianas. [Internet] 2008 [citado 26 de enero 2018]. Disponible en: [http://www.iese.edu/es/files\\_html/5\\_40821.pdf](http://www.iese.edu/es/files_html/5_40821.pdf)
9. Abril, A. Responsabilidad Social Universitaria. España: Netbiblo. 2010.
10. Reyno, M. Responsabilidad Social Empresarial como ventaja competitiva. Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. 2007.
11. Friedman, M. The social responsibility of business is to increase its profits. New York: New York Times Magazine. 1970.
12. Ariza, D., Gómez, M, y León, E. 2008. Surgimiento, evolución y expansión de la responsabilidad social empresarial: una propuesta de comprensión crítica. VII Simposio nacional de investigación contable y docencia; Universidad Nacional de Colombia. Colombia; 2008 p.191-212.
13. Gismera, L. y Vaquero, M. La Responsabilidad Social de la empresa en España: la acción

- social. [Internet] 2000 [citado 30 de enero 2018]. Disponible en <http://www.eticaed.org/9.Gismera-Vaquero00.pdf>
14. Correa, M. y Flynn, S. Responsabilidad Social Corporativa en América Latina: una visión empresarial. Santiago De Chile. 2004 p. 10-11.
  15. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Líneas directrices de la Oede para Multinacionales. [Internet] 2015 [citado 31 de enero de 2018]. Disponible en: <https://www.oecd.org/daf/inv/mne/MNEguidelinesESPANOL.pdf>
  16. Consorcio Ecuatoriano para la Responsabilidad Social . Código de ética del consorcio ecuatoriano para la Responsabilidad Social. [Internet] 2016 [citado 01 de febrero 2018]. Disponible en: [http://docs.wixstatic.com/ugd/8c779e\\_007557f3ac114cb5acfd1309008c8d57.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/8c779e_007557f3ac114cb5acfd1309008c8d57.pdf),
  17. Objetivos del Desarrollo del Milenio. Informe objetivos del desarrollo del Milenio. [Internet] 2015 [citado 01 de febrero 2018]. Disponible en, [http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015\\_spanish.pdf](http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf),
  18. Global Reporting Initiative. Guía para la elaboración de memorias de sostenibilidad. [Internet] 2011 [citado 02 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Spanish-G3.1-Complete.pdf>.
  19. AA100. Accountability principles standard [Internet] 2008 [citado 02 de febrero de 2018]. Disponible en, file:///C:/Users/User/Downloads/AA1000APS\_english.pdf, consulta: 07/01/2018
  20. ISO2600. Guía de Responsabilidad Social. [Internet] 2010 [citado 02 de febrero de 2018] Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:es>,
  21. SA8000. The SA8000 standard for socially responsible. [Internet] 2010 [citado 03 de febrero 2018]. Disponible en: [http://www.sa-intl.org/\\_data/global/files/SA8000Standard\\_Espaol\(1\).pdf](http://www.sa-intl.org/_data/global/files/SA8000Standard_Espaol(1).pdf)
  22. Cronbach, L. Coefficient Alpha and Internal Structure of Tests. Illinois:Psicométrica, 1951.
  23. Carbal. Sistemas de Gestión para pequeñas y medianas empresas. [Internet].2010 [citado 03 de febrero del 2018]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5755298.pdf>
  24. Giraldo L, Kammerer Y, Rios L. Responsabilidad social en pymes del área metropolitana de Medellín. Colombia: Dimensión Empresarial. 2010.p. 123-135
  25. Corral, A., Isusi, I., Peinado, E., & Pérez, T. La Responsabilidad Social y Medioambiental de la Microempresa Latinoamérica. Washington D.C.: Ikei – Banco Interamericano de Desarrollo.2007.
  26. Instituto Persona Empresa y Sociedad. Rse y Pymes. Una apuesta a la excelencia empresarial. [Internet] 2007 [citado 04 de febrero del 2018]. Disponible en [http://www.oas.org/es/sedi/dses/rse/taller\\_colombia/docs/casos%20rse%20pymes%20esade.pdf](http://www.oas.org/es/sedi/dses/rse/taller_colombia/docs/casos%20rse%20pymes%20esade.pdf)
  27. Fundación Prohumana Chile. Manual de Responsabilidad para Pymes. [Internet] 2009 [citado 04 de febrero 2018]. Disponible en [http://prohumana.cl/documentos/Guia\\_RSE\\_NUEVA.pdf](http://prohumana.cl/documentos/Guia_RSE_NUEVA.pdf).
  28. Espitia, A. La Responsabilidad Social Empresarial como elemento estratégico en las mipymes es colombianas. [Internet] 2015 [ citado 04 de febrero 2018]. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VC-W8IHdByMJ:servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/voliv-n14/art07.pdf+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>
  29. Nieves A, Domínguez F, Gutiérrez A. Probabilidad y estadística: un enfoque moderno. 1ra ed. México: Mc Graw Hill. 2010.
  30. Wasserstein R, Lazar N. The ASA’s statement on p-values: context, process, and purpose. [Internet] 2016 [citado 05 de febrero del 2018]. Disponible en: <https://amstat.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00031305.2016.1154108#.WsLqZy7wbiU>

# RIESGO DEL TRADING EN OPCIONES BINARIAS: UNA ESTRATEGIA PARA PREVENIRLO

(RISK OF THE TRADING IN BINARY OPTIONS:  
A STRATEGY TO PREVENT IT)

Mariela Elizabeth Arévalo Palacios\* <sup>(1)</sup>, María Elena Espín Oleas <sup>(1)</sup>

(1) Carrera de Finanzas. Facultad de Administración de empresas.  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\*mari7790@hotmail.com; helenmaryesp@yahoo.es

## Resumen

El mundo del trading ofrece un conjunto de reglas económicas bien estructuradas a partir de las cuales se opera en bolsa o en opciones binarias siendo estas las que mayor riesgo representan para la inversión. Sin embargo disminuir este riesgo dependerá de la experiencia y el conocimiento que tiene el operador en el tipo de transacción que realice o desee hacer. Las opciones binarias son un producto financiero sobre un activo subyacente o soporte y como su nombre lo indica comprende del 50% de probabilidades de pérdida y el 50% de probabilidades de ganancia, lo que se entiende como una relación 1:1. El conocimiento de este tipo de operaciones hace que sus traders consigan réditos en corto tiempo; sin embargo no conocer cómo funciona el mercado conlleva a pérdidas exageradas y posibles estafas. El artículo desarrolla una estrategia para disminuir el riesgo en estas transacciones, basado en una revisión bibliográfica, estadística, con una metodología cualitativa, investigación - acción que involucra las acciones que podrá desarrollar un trader con el objetivo de mitigar el riesgo de sus transacciones, y mantener la inversión en alza, con un capital de apertura mínimo y sin pérdidas significativas.

**Palabras Claves:** *Opciones binarias, riesgo, trading, estrategia.*

## Abstract

The world of the trading offers a group of economic rules very structured starting from which it is operated in bag or in binary options being these those that bigger risk represents for the investment. However to diminish this risk will depend on the experience and the knowledge that he/she has the operator in the transaction type that he carries out or want to make. The binary options are a financial product on an underlying assets or support and I eat their name it indicates it understands of 50% of probabilities of loss and 50% of gain probabilities, what understands each other like a relationship 1:1. The knowledge of this type of operations makes that its traders gets interests in short time; however not to know how the market works it bears to losses exaggerated and possible swindles. The article develops a strategy to diminish the risk in these transactions, based on a bibliographical revision, statistic, with a qualitative methodology, investigation - action that involves the actions that he/she will be able to develop a trader to mitigate the risk of its transactions, with the objective of maintaining the investment in rise, with a minimum opening capital and without significant losses.

**Key words:** *Binary options, risk, trading, strategy.*



## 1. Introducción

El mundo financiero es uno de los campos donde mayores innovaciones están apareciendo, como consecuencia de la madurez y la perfección de los mercados. Sin embargo las inversiones tendrán siempre la característica fundamental que: a una rentabilidad alta más riesgosa será la inversión y por el contrario, si la rentabilidad es menor el riesgo será bajo; estableciendo esta relación fundamental incurramos en el mundo del trading. El trading se entiende como una técnica de apuestas o inversiones que se deriva de los mercados bursátiles, que tiene como base el aprovechamiento de las fluctuaciones en los precios de los activos subyacentes y que se estructuran estrictamente (1). El trading puede realizarse tanto para el mercado bursátil, en la adquisición directa de un activo o puede realizarse dentro de las opciones binarias; las personas que realizan este tipo de transacciones se conocen como traders u operadores que pueden ser los dueños del capital o traders calificados que serán los intermediarios entre los inversionistas y las plataformas o brókers de inversión (2).

Por otra parte las opciones binarias se encuentran entre los sectores de inversión de más rápido crecimiento y es especialmente popular por su simplicidad y la posibilidad de un gran aumento en el valor. En un tiempo muy corto, el valor de sus recursos puede subir en un porcentaje muy alto. Sin embargo, al no contar con un conocimiento verídico y experimental en este tipo de opciones es una fuente de riesgos que acumula para los inversionistas, malas experiencias.

La valoración de operaciones surge a inicios de siglo XX con la tesis doctoral sobre la teoría de Bachelier que hablaba de la especulación. Sin embargo en 1996 Bonness sugiere una fórmula de naturaleza similar a la de Black y Sholes pero que se basaba en una tasa de interés desconocida que incluía una compensación por el riesgo asociado al precio de la acción. Después de nueve años se deriva la fórmula para el precio de una opción de compra europea que se escribía sobre una acción. Por el año 1975, dicha fórmula ya era ampliamente usada en el Chicago Board Options Exchange, la primera bolsa en utilizar opciones desde 1973. Posteriormente, Merton analiza la valoración de derivados suponiendo procesos estocásticos más complejos para el precio del activo subyacente, tales como discontinuidades. Por el desarrollo de esta teoría se les otorgó a Scholes y Merton el premio Nobel de economía en 1997 (3).

Desde la década de los 80's, Hull (1987), Rubinstein (1991), White (1992) entre otros, han trabajado en la valoración de las denominadas "opciones exóticas". Asimismo, Trigeorgis (1996), Brennan, Schwartz (1985) y otros han ilustrado cómo la teoría de opciones puede ser utilizada en la valoración de proyectos de inversión de opciones reales. Otras aplicaciones de la teoría de opciones encontradas en la literatura son la valoración de warrants instrumentos de renta fija (4,5).

Actualmente la Teoría de Opciones Binarias se ha convertido en uno de los principales ejes de referencia en la concepción y el desarrollo de los mercados financieros modernos. Probablemente los ilustres Fisher Black, Myron S. Scholes y Robert C. Merton, (6) no eran conscientes de que con sus obras académicas de referencia, hace tres décadas, estaban sembrando la semilla conceptual de una teoría que ha revolucionado el mundo de las finanzas por sus indudables aplicaciones en el campo de la innovación financiera, la valoración de inversiones, las finanzas corporativas y hoy también en el campo actuarial. Durante todo este tiempo los mercados derivados se han desarrollado notablemente y para que todo ello sucediera han sido numerosas y tremendamente válidas las aportaciones que se han utilizado desde el mundo académico (7).

Las opciones binarias, también conocidas como opciones digitales, son contratos de opciones donde el pago del activo subyacente es fijo y supera al precio de ejercicio predeterminado dentro de un plazo establecido sin la obligación de comprar el activo. El pago de la opción no depende de la magnitud en la que el precio del activo subyacente se mueva. Teniendo en cuenta que como activo subyacente se conoce a aquel activo que se utiliza como base para la contratación en los mercados derivados, siendo estos no sólo físicos sino también financieros, como: un tipo de interés o un tipo de cambio; un valor de índice, ya sea con renta fija o variable; o un crédito de referencia (8). En términos simples, las opciones binarias permiten a una persona invertir en un activo y el mismo retorna un determinado porcentaje a modo de ganancia (9).

Kauffman, (1998) Los principales tipos de opciones binarias que se conocen son efectivo o nada o activos o nada, donde la opción binaria de efectivo o nada paga un monto fijo de dinero en efectivo si la opción binaria de efectivo o nada paga un monto fijo de dinero en efectivo si la opción expira en el dinero “*in the money*” por otra parte si la opción del activo expira fuera del dinero “*out the money*” no pagará nada el valor del título subyacente. Existen opciones en mercados de tipos de interés (más común en Forex) y opciones de renta fija (en la American Stock Exchange). Otro tipo son las call y put donde con una opción call le permite al comprador el participar en aumentos del mercado por encima de un precio estipulado por el mismo hasta el vencimiento del contrato. El comprador de una opción call tiene una ganancia potencial ligada a las ventajas de los aumentos del activo subyacente. Mientras que, una opción put le otorga al comprador el derecho de participar en los descensos del activo subyacente por debajo de un precio estipulado por el mismo hasta el vencimiento del contrato. El comprador de una opción put tiene una considerable ganancia potencial en el evento de una caída. Existen también las opciones toque – sin toque donde se trata de predecir si el precio del activo con el que se está trabajando alcanzará o no en algún momento antes de la hora de vencimiento un valor seleccionado por el bróker, en caso de que la predicción sea correcta se obtendrá retornos de entre el 70 y el 95% en función del bróker y el activo subyacente (10,11).

Gracias a estas opciones, la inversión se ha vuelto más accesible a todo el

público sin discriminar sus capitales o suficiente experiencia empresarial para el comercio en las bolsas clásicas. En esta industria cada trader sabe el potencial de las ganancias y pérdidas con anterioridad y no puede invertir teniendo deudas, lo que significa que nunca perderá más dinero del que tiene invertido. Sin embargo, la volatilidad de los precios en los activos subyacentes determinará si el inversionista adoptó una estrategia correcta para permitir crecer su inversión o si por el contrario perdió su capital inicial (12). Se tiene en cuenta la volatilidad del mercado y por tanto el riesgo que representa a la hora de predecir el precio de un activo, por lo cual establecer una estrategia es fundamental ya que se cuenta con acciones específicas generales que pueden adoptarse antes de iniciar con este tipo de operaciones financieras, al mismo tiempo que la reducción del riesgo en el trading de opciones binarias puede generar confianza en futuros inversores. El trabajo se desarrolla bajo una revisión bibliográfica y la construcción de una estrategia basada en este estudio técnico, con una aplicación directa para dos tipos de activos en dos tiempos diferentes, con el fin de establecer la valía de la estrategia, considerando las ventajas y limitaciones que tiene.

## **2. Metodología de la Estrategia**

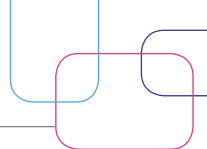
Antes de implementar una estrategia para disminuir el riesgo del trading se tomó en cuenta que las transacciones financieras en cualquier tipo de mercado siempre estarán o se realizarán bajo normas o leyes internacionales que tratan en lo posible de regularizar la especulación y el riesgo de las inversiones. Para el año 2008, se dicta por los mercados bursátiles, que los traders para opciones binarias pueden actuar solos sin un corredor avalado, por lo que el principal y único responsable será quien maneje la cuenta o a su vez será el dueño del capital invertido.

Para presentar una estrategia en pro de la disminución del riesgo en el trading de opciones binarias se realizó un estudio con una metodología cualitativa, investigación – acción que tiene como instrumento el análisis estadístico de la Directiva de Mercados de Instrumentos Financieros (MiFID) europea ubicada en Chipre, Malta (13) y las diferentes obras bibliográficas de varios autores.

Por lo que una estrategia para disminuir el riesgo del trading que tienen los inversionistas sigue las subsecuentes acciones:

### *2.1 Realizar un examen técnico*

Se basa en realizar una operación por medio de señales por osciladores e indicadores técnicos como las medias móviles que nos indicarán el posible movimiento del precio de un activo financiero. El análisis técnico también utiliza el chartismo, que consiste en el estudio del gráfico para pronosticar los comportamientos futuros de los distintos activos financieros, en base a líneas y figuras geométricas, entre las más conocidas, el hombro-cabeza-hombro, doble techo, doble suelo (14).



## 2.1.1 Indicadores

### 2.1.1.1 Promedio Móvil Simple (SMA)

El Promedio Móvil Simple o SMA es el precio promedio de un período de tiempo determinado (5 minutos, 1 hora, 1 día) donde cada uno de los períodos elegidos tiene la misma importancia sobre el promedio.

### 2.1.1.2 Average Directional Index (ADX)

El indicador ADX mide la fuerza o calidad de la tendencia y si existe una dirección particular en el mercado. El ADX se mueve en una escala de 0 a 100 y posee una línea horizontal en el nivel 20. Por lo general una lectura por encima de 25 puede considerarse direccional. Hay que tener en cuenta que lo que nos indica el ADX es sólo la fuerza de la tendencia y no su dirección. Por ejemplo, si el precio baja y el indicador técnico ADX está subiendo, entonces quiere decir que la tendencia bajista es significativa (15).

### 2.1.1.3 William's %R

El indicador William's %R muestra el precio de cierre actual en relación con las alzas y bajas de los últimos días determinados. El William's %R se mide en una escala negativa de entre -100 (punto inferior) hasta 0 (el punto superior). William's %R es un indicador de momento que mide los niveles de exceso de compras y de exceso de ventas. El Williams utiliza un período de 10 días de negociación y si se encuentra por debajo de -80 es considerado como nivel de exceso de ventas, mientras que una lectura superior a los -20 es considerado como un exceso de compras (16).

## 2.2 Revisar Patrones de Retorno

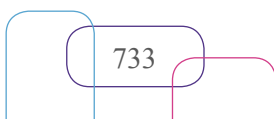
El patrón de retorno es utilizado por muchos analistas para determinar el movimiento de un activo, sector o mercado.

### 2.2.1 Indicadores

#### 2.2.1.1 Tasa de cambio Roc

$$\text{Tasa de cambio Roc} = \frac{C}{C_n} * 100 \quad (1)$$

Donde C es el último precio de cierre, n número predeterminado de días c precio de cierre de "n" días anteriores.



### 2.2.1.2 Indicador parabólico SAR

Se utiliza principalmente para determinar el precio futuro a corto plazo de la tendencia de un determinado activo financiero. El indicador parabólico SAR le permite a los traders determinar órdenes de stop loss. La gráfica del SAR parabólico es una serie de puntos colocados por encima o por debajo del precio. Los puntos se encuentran por debajo del precio cuando la tendencia de los activos es alcista, mientras que los puntos se encuentran por encima del precio cuando la tendencia es bajista. Las señales se generan cuando la posición de los puntos cambia de dirección y se coloca en el lado opuesto del precio (17).

$$SAR_{mañana} = SAR_{hoy} + AF * (EP_{trade} - SAR_{hoy}) \quad (2)$$

Donde:

$EP_{trade}$  Punto extremo del tramo. Si está en una posición larga, está comprando, entonces es el máximo alcanzado durante la operación. Por el contrario si está en el mínimo más bajo alcanzado durante la operación.

AF = Factor de aceleración por defecto es 0.02 con un máximo de 0.2

### 2.2.1.3 Bandas de Bollinger

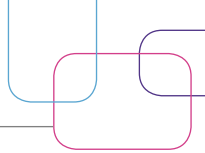
Las Bandas de Bollinger están trazadas por dos líneas: una superior a la media móvil simple y otra inferior. Las Bandas indican una venta cuando están por encima de la media móvil (o cerca de la banda superior - mercado en exceso de compras) e indican una compra cuando las Bandas están por debajo de la media móvil (o cerca de la banda inferior- mercado en exceso de ventas). Es importante tener presente que las bandas reflejan la volatilidad del precio (18). La interpretación básica de las bandas de Bollinger es que los precios tienden a permanecer entre las bandas superior e inferior. La característica de las Bandas de Bollinger es que el espacio entre las bandas varía según la volatilidad de los precios. En momentos de mayor volatilidad en el mercado, las bandas serán más amplias, y durante períodos de baja volatilidad, las bandas se estrechan a fin de contener los precios de las divisas.

## 2.3 Comparar precios de los activos subyacentes en los diferentes intervalos de tiempo

### 2.3.1 Indicadores

#### 2.3.1.1 Fibonacci

Los inversores que implementan el modelo de Fibonacci en mercados financieros lo utilizan para determinar cuánto podría repuntar o retroceder el precio de un



activo financiero determinado. El concepto de Fibonacci implica una serie de retrocesos basados en relaciones matemáticas que se originan a partir de fenómenos naturales y factores de tipo psicológicos, vinculados a quienes participan en el mercado. Los retrocesos de Fibonacci nos permiten, durante el desarrollo de una corrección a un movimiento previo, establecer a priori niveles de soporte o resistencia donde poder esperar un giro. Los niveles o ratios de Fibonacci más populares son 23.6%, 38.2%, 50%, 61.8%, 100% y 161.8%. Los retrocesos de Fibonacci se visualizan al seleccionar dos puntos extremos de un gráfico. Normalmente se aplican a tramos en los que el mercado ha demostrado una tendencia, y se utilizan para detectar los niveles en los que el precio, al retroceder, rebota para retomar la misma tendencia (19).

### 2.3.1.2 Indicadores Momentum

Los indicadores Momentum determinan la vitalidad de una tendencia a través del tiempo. El Momentum se muestra con fuerza cuando la tendencia comienza, y luego se debilita cuando la tendencia se modifica.

$$M = C - C_n \quad (3)$$

Siendo M el momento, C la última cotización anterior en n días a la que tomamos como referencia (20).

## 2.4 Revisar el tiempo disponible para realizar las operaciones

### 2.4.1 Indicadores

Corto plazo: entre 5 y 49 sesiones.

Mediano plazo: entre 50,90 sesiones.

Largo plazo: 100, 200 sesiones, indican la tendencia primaria.

## 2.5 Revisar el calendario económico

### 2.5.1 Indicadores

#### 2.5.1.1 Índice de Fuerza Relativa

Mide la fuerza como actúa la oferta y la demanda, se expresa en porcentaje

$$\text{Fuerza relativa} = 100 - \left( \frac{100}{1+rs} \right) \text{ con } rs = \frac{A_n}{B_n} \quad (4)$$

Donde:

$A_n$  Media de las variaciones del precio que resultaron positivas de los últimos n periodos.

$B_n$  Media de las variaciones del precio que resultaron negativos de los últimos  $n$  periodos.

## 2.6 Elegir el tipo de activo subyacente

Divisas, commodities, índices, acciones.

### 2.6.1 Indicadores

#### 2.6.1.1 Estocástico

El Estocástico se utiliza para indicar situaciones de exceso de compras y de exceso de ventas en una escala de 0-100. Este indicador se basa en la observación de que en una tendencia alcista, los precios tienden a subir hacia los máximos del día. Por el contrario, cuando los precios caen y la tendencia es bajista, los precios tienden a aproximarse los mínimos del día. Los cálculos estocásticos producen dos líneas, a saber, %K y %D. Estas se utilizan para indicar situaciones de exceso de compras y de ventas (21).

#### 2.6.1.1 Promedio Móvil Exponencial (EMA)

Este indicador le da más importancia a las últimas cotizaciones con respecto a la media total. Por ejemplo, en un EMA de 20 días, los últimos 10 días tendrán más efecto sobre la media que los primeros 10 días. El objetivo es utilizar los datos más recientes para visualizar mejor la tendencia.

$$P_{hoy} = xk + EMA_{ayer} x(1 - k) \quad (5)$$

Donde:

EMA: Media móvil exponencial

$EMA_{ayer}$  La media móvil exponencial de ayer

Precio de hoy

$N$  = número de días en la media exponencial

$$K = 2 / (N + 1)$$

#### 2.6.1.2 Convergencia Divergencia de Media Móvil (MACD)

Este indicador consiste en el trazado de dos líneas. La línea MACD es la diferencia entre dos medias móviles exponenciales y la línea de disparo es una media móvil exponencial de la diferencia. Si las líneas MACD se cruzan, entonces se toma



como una señal de que es muy probable un cambio de tendencia (22,23).

$$MACD = EMA(n^{\circ} \text{ menor de periodos}) - EMA(n^{\circ} \text{ mayor de periodos}) \quad (6)$$

## 2.7 Identificar los gráficos

Estudiar las gráficas de tendencias diarias de distintos activos financieros y realizar operaciones solo con activos financieros que tengan una clara tendencia en ALZA o a la BAJA, si no se tiene clara la tendencia, que parece seguir el activo financiero es mejor esperar y no realizar ninguna operación (24,25).

Tendencia a la alza: (aumento en el valor del activo).

Tendencia a la baja: (disminución en el valor del activo).

Tendencia neutral: (estabilidad en el valor del activo).

Como se identifica en la Figura 1.



Figura 1.- Gráficas de tendencia

## 2.8 Elegir un bróker seguro

La elección se reduce a cinco brókers. Es importante plantear las cuestiones adecuadas para definir cuál es el corredor que responderá mejor a las exigencias de cada uno para negociar (26). En caso de ser muy importantes los importes mínimos entonces para abrir una transacción de opción binaria con un pequeño presupuesto, se aconseja que seleccione un bróker con un depósito mínimo reducido, importe reducido de posición mínima y con un bono tentador. Si se desea aprovechar la rentabilidad de la inversión se debe seleccionar el bróker con

la mejor rentabilidad o ganancia máxima expresada en porcentaje (%) (27).  
Por último, si el principal objetivo es aumentar el saldo de partida para comenzar con más dinero a fin de aumentar el tamaño de las posiciones o minimizar los riesgos y optimizar la gestión de los capitales, es aconsejable elegir el bróker con el mejor bono en el primer depósito con dinero real, así como los porcentajes de beneficio y la forma de pago que realizará el bróker.

### 2.8.1.- Indicadores

El sello de Privacidad Certificada de TRUSTe en una página o aplicación indica que la empresa operadora cumplió los requerimientos de responsabilidad establecidos.

El sello Norton™ Secured y Symantec Seal-in-Search garantiza a los clientes que es seguro navegar, realizar búsquedas y comprar.

Los brókers más utilizados y avalados son: Iq Option; Poloniex; Binary.com; Markets; Binomo; BDSwiss.

### 2.9.- Realizar la operación en el bróker escogido

Se realiza la operación con los pasos expuestos. En caso de reducir aún más el riesgo del capital a invertir se recomienda hacer antes una simulación lo que significa sin una apuesta real de capital, generando experiencia en el inversionista.

Gráfico de la metodología de la estrategia, Figura 2.

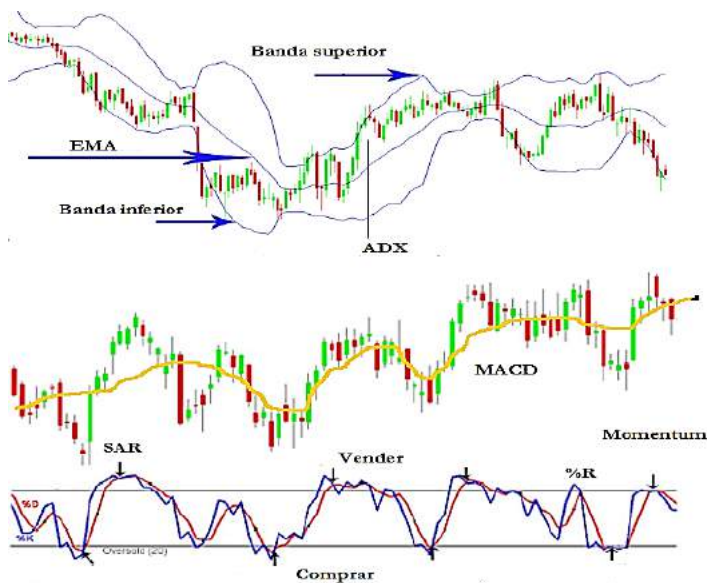


Figura 2. Metodología de la Estrategia. La figura muestra los indicadores gráficamente para poder reconocerlos dentro de la plataforma y el momento de compra y venta de la opción.

### 3. Deducciones de la estrategia planteada

Pese a que las opciones binarias son un instrumento financiero de fácil ejecución y accesible para todo tipo de inversionista, no es utilizado ya que se considera una estafa y por lo tanto un riesgo para la inversión con un porcentaje del 56% ; la segunda razón es el tema de la educación o forma técnica de aplicarlo representado con un 20%, la tercera razón es la cantidad de inversión, que por lo general en el mercado bursátil es alta, con un 14% y el 10% final por desconocimiento de estas opciones, como se identifica en la Figura 3.

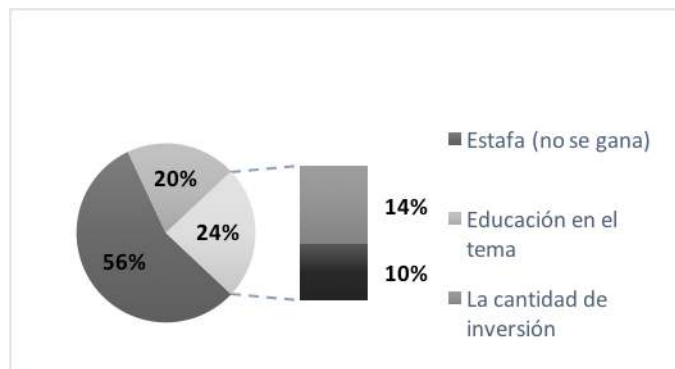


Figura 3. ¿Porqué las personas no invierten en opciones binarias?.  
Estadísticas Malta-Chipre Percepción 2016 (456 Inversionistas)

Analizando el porcentaje representativo en esta estadística se deduce que los inversionistas consideran una estafa invertir en opciones binarias, justificándose con la cantidad de veces que pierde en la apuesta a los precios de los activos. Sin embargo, no debe considerarse una estafa al perder, en estas opciones, sino más bien que no se realizó un adecuado análisis o no se contó con una estrategia adecuada para la predicción sobre el precio de los activos que se escogieron (28,29). Esta estadística es sustancial en el desarrollo de la estrategia planteada ya que justifica la creación de la misma y a su vez contribuye a que futuros inversionistas incursionen en opciones binarias, ya que se disminuye el riesgo de pérdida y se educa en el tema; pudiendo cubrir los principales porcentajes de esta estadística.

La estrategia planteada consta de nueve acciones tabla 1, la misma que involucra recursos humanos, de tiempo y materiales, los cuales apuntan a un trading que no se base en golpes de fortuna, sino de un auténtico comportamiento sistemático, metódico y disciplinado de seguimiento e interpretación de multiplicidad de variables relacionadas con los activos que más expectativas generan en el mercado o al inversionista directamente.

ESTRATEGIA PARA DISMINUIR EL RIESGO DEL TRADING EN OPCIONES BINARIAS			
Acciones	Indicadores	Tiempo	Materiales
Realizar un examen técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promedio Móvil Simple (SMA)</li> <li>ADX</li> <li>William's %R</li> </ul>	3 horas	Computador Internet
Revisar Patrones de Retorno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tasa de cambio Roc</li> <li>Indicador parabólico SAR</li> <li>Bandas de Bollinger</li> </ul>	2 horas	Computador Internet
Comparar precios de los activos subyacentes en los diferentes intervalos de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibonacci</li> <li>Indicadores Momentum</li> </ul>	1 hora	Computador Internet
Revisar el tiempo disponible para realizar las operaciones	Corto plazo: entre 5 y 25 sesiones. Mediano plazo: entre 50,70 sesiones. Largo plazo: 100, 200 sesiones, indican la tendencia primaria.	1 hora	Computador Internet
Revisar el calendario económico	Índice de Fuerza relativa	30 minutos	Computador Internet
Elegir el tipo de activo subyacente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estocástico</li> <li>Convergencia Divergencia de Media Móvil (MACD)</li> <li>Promedio Móvil Exponencial (EMA)</li> </ul>	30 minutos	Computador Internet
Identificar los gráficos	Tendencia alcista, bajista neutral, Velas japonesas	1 hora	Computador Internet
Elegir un bróker seguro	Certificados: TRUSTe NORTON	1 hora	Computador Internet
Realizar la operación en el bróker escogido	Iq option	1 hora	Computador Internet
	Total Horas Requeridas	11 Horas	

Tabla 1.- Estrategia para disminuir el riesgo del trading en opciones binarias.  
Aplicando la estrategia se alcanzaron los siguientes resultados:

Se aplicó la estrategia para activos subyacentes financieros: índices bursátiles y criptomonedas o criptodivisas, actualmente activos que generan mayor expectativa entre los inversionistas. Tomando en cuenta que se contó con datos recolectados de operaciones en opciones binarias sin una estrategia, en el bróker IQ Option. Para los índices bursátiles se eligió periodos de un día para determinar el precio con tendencias en alza y a la baja, pudiendo comparar resultados porcentuales de efectividad, al incurrir en el mercado sin una estrategia y con la estrategia planteada. Sin una estrategia la efectividad en aciertos con tendencia a la baja alcanzó un 7,2%, y para la tendencia en alza un 9,6%; por otra parte los desaciertos fueron en tendencia a la baja 40% y para la tendencia en alza el 43,2%. Los porcentajes para la estrategia planteada alcanzaron en aciertos con la tendencia a la baja 29% y 22% en la tendencia en alza, mientras que los

desaciertos fueron en tendencia a la baja 31% y el 18% para la tendencia en alza. Logrando disminuir el riesgo en un 33,6% porcentaje que muestra también la efectividad que se obtiene al aplicar una estrategia en este tipo de operaciones. Como se aprecia en la Tabla 2.

Efectividad de la Inversión					Gráfica de Resultados
Bróker	Sin estrategia		Con estrategia		
	IQ Option		IQ Option		
N° de Sesiones	125		125		
Activo	Índices Bursátiles		Índices Bursátiles		
Tiempo	1 día		1 día		
Tendencia Baja	Aciertos	Desaciertos	Aciertos	Desaciertos	
Efectividad %	7,2%	40,0%	29%	31%	
Tendencia Alta	12	54	27	23	
Efectividad %	9,6%	43,2%	22%	18%	
Diferencia % con la estrategia empleada			33,6%	-33,6%	

Tabla 2. Efectividad de las operaciones realizadas con índices bursátiles

Para las criptomonedas se eligió periodos de treinta minutos para determinar el precio con tendencias en alza y a la baja, pudiendo comparar resultados porcentuales de efectividad, al incurrir en el mercado sin una estrategia y con la estrategia planteada. Sin una estrategia la efectividad en aciertos con tendencia a la baja alcanzó un 10,4%, y para la tendencia en alza un 6,4%; por otra parte los desaciertos fueron en tendencia a la baja con un 38,4% y para la tendencia en alza el 44,8%. Los porcentajes para la estrategia planteada alcanzaron en aciertos con la tendencia a la baja un 17% y 14% en la tendencia en alza, mientras que los desaciertos fueron en tendencia a la baja 38% y el 31% para la tendencia en alza. Logrando disminuir el riesgo en un 14,4% porcentaje que muestra también la efectividad que se obtiene al aplicar una estrategia en este tipo de operaciones. Como se aprecia en la Tabla 3.

Efectividad de la Inversión					Gráfica de Resultados
Bróker	Sin estrategia		Con estrategia		
	IQ Option		IQ Option		
N° de Sesiones	125		125		
Activo	Criptomonedas		Criptomonedas		
Tiempo	30 min		30 min		
Tendencia Baja	Aciertos	Desaciertos	Aciertos	Desaciertos	
	13	48	21	47	
Efectividad %	10,4%	38,4%	17%	38%	
Tendencia Alta	8	56	18	39	
Efectividad %	6,4%	44,8%	14%	31%	
<b>Diferencia % con la estrategia empleada</b>			14,4%	-14,4%	

Tabla 3. Efectividad de las operaciones realizadas con criptomonedas

Se puede interpretar que la diferencia entre los porcentajes alcanzados en los dos tipos de activos y con periodos diferentes es grande, mientras que en los índices se logra un 33,6% en las criptomonedas se logra un 14,4% diferencia que se puede considerar por los siguientes factores:

Los periodos de tiempo elegidos.

La alta volatilidad del mercado de criptomonedas.

El nuevo mercado que representan estos activos.

La inexperiencia del inversionista en el mercado de criptomonedas.

Tendencias poco legibles y de difícil interpretación en el estudio de gráficos.

Sin embargo es laudable que la estrategia logra cumplir el objetivo para el cual se plantea que es la reducción del riesgo en la operación binaria. En promedio se obtiene 25,5% más en aciertos para las dos tendencias, logrando salvaguardar el capital invertido.

Es importante señalar que la estrategia de trading para opciones binarias que dará mayor rentabilidad será la de doble inversión ya que garantiza el 100% de éxito, aunque con menor beneficio; la misma consiste en invertir en dos cuentas diferentes, donde en la primera se hará la apuesta en tendencia alta y la otra por el precio a la baja. Aunque esta estrategia está dentro del marco legal se debe aplicarla cuando se cuente con un bono binario ya que este elemento será el único que permite aumentar la ganancia aunque no sea segura.

Las ventajas de aplicar esta estrategia están directamente ligadas al conocimiento técnico que tendrá un inversionista para apostar por opciones binarias. Al mismo

tiempo utilizar esta estrategia contribuye a que el tiempo de inversión sea cada vez más corto ya que se podrá operar con mayor confianza incluso con las opciones de 60 segundos, apelando a la experiencia del inversionista, al mismo tiempo que se evitan errores innecesarios.

Entre las limitaciones de la estrategia se encuentra la alta volatilidad del mercado para lo cual no existe estrategia alguna que pueda corregir esta característica del mercado. La experiencia del inversionista es crucial para mejorar las predicciones.

Es significativo investigar y educarse para poder emplear una estrategia propia con el fin de invertir en opciones financieras.

Se recomienda hacer uso de las opciones binarias como transacciones financieras y no como un juego de azar. Se debe ser constante con el tiempo escogido para hacer las operaciones.

#### **4. Conclusiones**

El mercado financiero ofrece grandes innovaciones para el movimiento ágil y dinámico de las transacciones, por tanto es necesario que los inversionistas conozcan las nuevas alternativas que el mercado ofrece. Lo más importante en inversión es cuidar los riesgos ya que no se puede permitir perder una parte importante del capital. No perder es más importante que ganar, porque mientras no se pierde, se aprende y se conservan las oportunidades de ganar a futuro.

Las opciones binarias son transacciones financieras por lo tanto exige de un conocimiento amplio para que se pueda operar con ellas. El trading en opciones binarias es un método virtual en el cual se puede ganar dinero en poco tiempo y con una inversión muy baja.

En caso de invertir se deberá comprar cuando el precio supera la media central. Si este fluctúa entre la media central y la banda central se mantiene la compra. Si los precios se deslizan por debajo de la media central, se tendrá que vender, ya que es posible que la tendencia se convierta en bajista.

Al elegir u optar por los activos con los cuales se va a operar, es necesario que el inversionista conozca o este familiarizado con los mismos, ya que puede deducir mejor la fluctuación de precios que tienen dentro del mercado.

#### **Referencis**

1. Alonso, Diego. Gestión. Gestión. [En línea] 13 de Noviembre de 2014. [Citado el: 12 de Febrero de 2018.] [www.gestion.pe](http://www.gestion.pe)
2. Serrano, Francisca. ¿Qué es el trading? *Finanzas.com*. [En línea] Citado el: 13 de Octubre de 2014. Disponible en: [www.finanzas.com](http://www.finanzas.com).



3. M., Black F. y Scholes. *The Valuation of Options Contracts and a Test of Market Efficiency*. EEUU : s.n., 1972.
4. Villamil, Jaime. *Modelos de Valoración de Opciones europeas en tiempo continuo*. Bogotá : s.n., 2006, Vol. 25. 44.
5. White, Hull. The pricing options on assets with stochastic volatilities. *Journal of finance*. 1987, 42.
6. Merton, R. Option pricing when the variance is changing. [En línea] [Citado el: 12 de Febrero de 2018.] <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges16.pdf>.
7. Fernández, Viviana. Teoría de opciones: una síntesis. [En línea] [Citado el: 12 de Febrero de 2018.] <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges16.pdf>.
8. Overby, Brian. *The Option Playbook*. By Overby. 2009
9. Pingaro, Alejandro Matías. *Opciones Binarias, Análisis y Estrategias*. Buenos Aires : s.n., 2016.
10. Kauffman, Perry J.: Ed. Wiley,. *Trading Systems And Methods*. 1998.
11. Wilmott, P. *The Mathematics of financial derivatives. a student introduction*. *cambridge University Press*. [En línea] 1995.
12. Montero, Marisu. *La importancia de que las plataformas para opciones binarias sean reguladas*. Barcelona : s.n., 2014.
13. Pring, Martin J. *Technical analysis explained*. . s.l. : Ed. McGraw-Hill,
14. Ossa, Matías. Análisis técnico de indicadores bursátiles. [En línea] [Citado el: 12 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://inbestia.com>
15. TÉCNICAS DE TRADING.2016. [En línea] [Citado el: 12 de febrero de 2018.] Disponible en: [www.tecnicasdetrading.com](http://www.tecnicasdetrading.com).
16. How RSI behaves. Alan, Peter W. s.l. : Revista Futures,, 1985.
17. Neilsen, s. Soren y k. *Programming Languages And Systems In Computational Economics Ant Finance*. [En línea] [Citado el: 12 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://scholar.google.com.ec>
18. Wilder, J. Welles Jr. *New concepts in technical trading systems*. EE.UU : Ed. Trend Research, 1978.
19. Grazziano, Juan. *Indicadores para derivados*. [En línea] 2015. [Citado el: 12 de febrero de 2018.] Disponible en: [http:// asociación mercados financieros.com](http://asociaciónmercadosfinancieros.com)
20. Oksendal, B. *Sthochastic differential Equations. An introduction with applications*. [En línea] [Citado el: 12 de febrero de 2018.] Disponible en: [http:// scholar.google.com.ec/scholar?q=oksendal+stochastic+differential](http://scholar.google.com.ec/scholar?q=oksendal+stochastic+differential)
21. Pring, Martin J. *Technical Analysis Explained*. Ed. McGraw-Hill,1991. ISBN-10 0071825177
22. Costa, L. *Nuevos Instrumentos financieros en la estrategia empresarial*. Madrid : s.n.
23. Hull, J. *Introducción a los mercados de futuros y opciones* . España : Mc Graw-Hill, 2004.
24. Biayna, A. *Operaciones Financieras*. [En línea]. [Citado el: 12 de febrero de 2018.] Disponible en: [www.books.google.ec](http://www.books.google.ec).
25. J. Welles Wilder. *New Concepts In Technical Trading Systems*. ISBN-10 0894590278
26. Aan, Peter W. *How RSI behaves*. Revista Futures, Enero 1985
27. Appel, Gerald & Zweig, Martin E.: *New directions in technical analysis*. Ed. Signalert, 1976.
28. Dotson, Bruce. *Opciones Binarias*. Createspace Independent. Ed 2016 ISBN-10:1530272025
29. Cofnas, Abe. *Trading con opciones binarias*. ISBN 9788416583720

# **EVALUACIÓN DEL SERVICIO LOGÍSTICO AL CLIENTE EN LA CADENA DE SUMINISTROS DE UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA LOCALIDAD DE SAN JUAN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

(EVALUATION OF THE LOGISTIC SERVICE TO THE CUSTOMER IN  
THE SUPPLY CHAIN OF PRODUCTIVE UNITS OF THE LOCALITY OF  
SAN JUAN, PROVINCE OF CHIMBORAZO)

O. Parada Gutiérrez<sup>(1)\*</sup>, C. Delgado<sup>(1)</sup>, D. Almeida López<sup>(1)</sup>,  
A. Santillán Obando<sup>(1)</sup>, M. Rodríguez O.<sup>(1)</sup>, C. Guerra Flores<sup>(1)</sup>,

(1) Grupo de Investigación Innova MKT, Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

\*Correspondencia. Tel.: 0990933995, Fax: 2998200,  
E-mail: ospg2012@gmail.com (O. Parada Gutiérrez)

## **RESUMEN**

En la cadena de suministro de la leche es importante mejorar el servicio logístico al cliente para crear una ventaja competitiva basada en una diferenciación capaz de generar un impacto real sobre la decisión de compra del cliente. En este aspecto, la logística puede llegar a convertirse en una poderosa arma que asegure una mayor participación en el mercado y niveles superiores de rentabilidad y satisfacción del cliente. El objetivo de este artículo fue evaluar el nivel el servicio logístico al cliente a partir de un procedimiento estructurado en un conjunto de etapas que posibilitan establecer estrategias para mejorar la calidad de este servicio y la toma de decisiones. La investigación permitió determinar y evaluar los requisitos que determinan el nivel de servicio logístico al cliente de las unidades de producción de la localidad de San Juan en la provincia de Chimborazo. El nivel de servicio logístico se evaluó de bajo y en correspondencia se formularon acciones de mejora.

**Palabras claves:** logística, cadenas de suministros, servicio logístico, servicio al cliente

## **ABSTRACT**

In the milk supply chain it is important to improve the logistics service to the customer to create a competitive advantage based on a differentiation and generate a real impact on the customer's purchasing decision. In this aspect, logistics can become a powerful weapon that ensures greater market participation and higher levels of profitability and customer satisfaction. The objective of this article was to evaluate the level of the logistics service to the client from a structured procedure in a set of stages that make it possible to establish strategies to improve the quality of this service and decision making. The investigation allowed to determine and evaluate the requirements that determine the level of logistics service to the client of the production units of San Juan in the province of Chimborazo. The level of logistics service was evaluated low and corresponding improvement actions were formulated.

**Key words:** logistics, supply chains, logistics service, customer service

## 1. Introducción

El servicio logístico es bajo las condiciones actuales de la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno, uno de los enfoques que se manifiesta como de mayor atractivo para comenzar un proceso de cambio paulatino en las unidades productivas. Ello está dado por su efecto dentro de la cadena del valor y la satisfacción del cliente, condiciones necesarias para el logro de ventajas competitivas sostenibles.

El cliente se ha convertido en una fuente de información estratégica sobre la calidad del producto y del servicio en lugar de ser únicamente el objetivo de las campañas publicitarias de empresas productivas y de servicios. En las empresas hoteleras por ejemplo, se elaboran planes de amplio alcance para satisfacer las necesidades del cliente. La misión ya no consiste en ser mejores que la competencia. La misión ahora es la excelencia.

En consecuencia, las formas clásicas de dirigir a las organizaciones basadas en el análisis y la optimización de cada una de sus áreas funcionales van perdiendo vigencia a favor de enfoques de dirección sistémicos que abogan por conseguir un funcionamiento del sistema suficientemente satisfactorio para cada una de sus partes. El control total de la calidad, la dirección por objetivos, el marketing y la logística, entre otros constituyen bajo formas y campos diferentes, métodos de gestión inspirados en un enfoque integrador y sistémico.

El concepto de logística relacionado con el ciclo abastecimiento-producción-distribución no aparece en la literatura económica de los primeros siglos y surge en la historia, asociada a las actividades militares. De ahí que una de las primeras definiciones de este término sea: “La logística es la rama de la ciencia militar y operaciones que trata de la adquisición, suministro y mantenimiento del equipo, así como el movimiento del personal, servicios de soporte y del resto de los asuntos relacionados con ellos.”(1).

El concepto de logística surge al igual que el desarrollo de las técnicas de gestión de materiales de la preocupación de las empresas por dar respuesta a la demanda planteada por los clientes. Hasta la década del setenta el concepto de logística está fundamentalmente aplicado a los procesos de la distribución física.

A partir de este enfoque, algunos autores han definido la logística de la siguiente forma:

“La logística es el arte de dirigir el flujo de materiales de la fuente al usuario.”(2)

“La logística abarca todas las actividades relacionadas con el traslado y almacenamiento de productos que tiene lugar entre los puntos de adquisición y los puntos de consumo.”(3)

Es significativo como en estas definiciones los autores limitan el alcance de la logística al obviar el control de inventario, la gestión de los procesos de producción, la distribución, la planificación del equipamiento y el control de la calidad de los procesos.

Sin embargo en la actualidad resulta difícil mantener la ventaja competitiva únicamente con el producto, ya que los clientes tienen cada vez más posibilidades de obtener productos sustitutos. En esta situación el potencial del servicio al cliente como medio para obtener una clara diferenciación ha ido incrementando a medida que el poder de atracción de la “marca” como factor de diferenciación ha ido declinando en los mercados. De ahí, que para satisfacer la necesidad del cliente sea preciso realizar una serie de actividades que comienzan con la recepción de los pedidos del cliente, continúan con la entrega del producto, y continúan después de que el producto haya sido entregado al cliente, generando una cadena de suministros.

La cadena de suministro representa una red de organizaciones que están involucradas, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios para el consumidor final. (4). En tal sentido, el desarrollo de la gestión de la cadena de suministros ha estado relacionado con el término de logística como filosofía de gestión de las organizaciones.

Tomando en cuenta estas consideraciones, la logística es una herramienta para la obtención de ventajas competitivas que realiza servicios de valor añadido que redundan en el incremento de la rentabilidad de las empresas.

En la literatura consultada se define como valor añadido, “ a la atribución o asignación de valor adicional que hace el consumidor o usuario como reacción a la presencia dentro de la oferta de elementos de satisfacción que no están directamente relacionados con el producto en sí.” (5)

Un aporte teórico importante para la configuración del nuevo concepto de logística, es la introducción en esta área del concepto de “ Cadena de Valor “ de M. E. Porter, cuya lógica integrada indica la necesidad de extender la concepción del Sistema Logístico desde la recepción de las materias primas hasta la entrega del producto final y el servicio que se le presta al cliente y la gestión de los recursos que dispone la empresa para prestarlo.

Bajo esta nueva perspectiva, Prída definió el concepto de logística como “ .. el conjunto de actividades interrelacionadas que a partir de los materiales entregados por el proveedor, crean una utilidad en forma, tiempo y lugar para el comprador.” (6)

El valor añadido que incorpora la logística en cada uno de los eslabones del Sistema Logístico, constituye un arma competitiva importante. Tal es el caso de:

- La excelencia en el servicio de entrega.
- El liderazgo en la diferenciación del producto
- La gestión con un mínimo de costo

El desarrollo de las ciencias empresariales y en particular los enfoques modernos de dirección, le imprimen al concepto de logística un nuevo enfoque que integran diversas áreas de las diferentes organizaciones. (7, 8, 9)

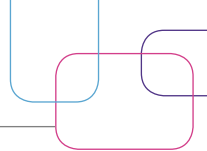
Un enfoque integrador del concepto de logística es el enunciado por el Institute of Logistic and Distribution Management que definió esta actividad en dos funciones básicas: la gestión de materiales y la gestión de distribución física. (10)

Otro criterio sobre la logística apunta que dado un nivel de servicio al cliente predeterminado, la logística se encargará del diseño y gestión del flujo de información y de materiales entre clientes y proveedores (distribución, fabricación, aprovisionamiento, almacenaje y transporte,...) con el objetivo de disponer del material adecuado, en el lugar adecuado, en la cantidad adecuada, y en el momento oportuno, al mínimo coste posible y según la calidad y servicio predefinidos para ofrecer a nuestros clientes.”(11)

De igual forma, se constató puntos de contactos con el enunciado anterior en (12), al considerar la logística como un enfoque que permite la gestión de una organización a partir del estudio del flujo material y el flujo informativo que a él se asocia, desde los suministradores hasta los clientes, partiendo de cinco funciones básicas que se desarrollan en las organizaciones: La gestión de aprovisionamiento, la gestión de los procesos de transformación, la distribución física, la planificación integrada y el aseguramiento de la calidad; considerando los requerimientos que impone a la actividad la gestión de los recursos humanos y a su vez los requerimientos que en la actualidad esta gestión impone a la organización.

Por tanto, la logística se perfila como el nuevo factor diferenciador de las empresas en el siglo XXI y la única ventaja competitiva que realmente se puede mantener a largo plazo se consigue cuando se está integrado dentro de una cadena de suministro que sea más eficaz y eficiente en su conjunto, que otras cadenas que compiten por el mismo mercado.

En el año 2013, The Council of Supply Chain Management Professionals, publicó un glosario de términos relacionados con la logística y la gestión de la cadena de suministros que indica que la Gestión de la Cadena de Suministros abarca la planificación y gestión de todas las actividades de aprovisionamientos y adquisición, conversión y todas las actividades de gestión logística. Asimismo, destaca la necesaria coordinación y colaboración con los diferentes actores del canal de distribución, que pueden ser proveedores de bienes, servicios, otros intermediarios y clientes. (13)



Por su parte en (14), se plantea que la cadena de suministro representa una red de organizaciones que están involucradas, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios para el consumidor final.

Reflexionando sobre las definiciones y consideraciones planteadas puede afirmarse que las definiciones citadas presentan puntos comunes y también diferencias debido al alcance y objeto práctico (organización) a los que el autor hace referencia. En general existe coincidencia en señalar que la misión de la logística consiste en garantizar el flujo material con la calidad requerida, en el lugar y momento oportunos y con los mínimos costos. Sin embargo, en las fuentes anteriormente señaladas no se aborda explícitamente la relación calidad-flujo material. No obstante a ello es preciso señalar elementos distintivos que encierra la definición de logística:

- Carácter sistémico
- Enfoque al cliente para garantizar la máxima satisfacción
- Integración de actividades y procesos
- Eficiencia en el desempeño de los flujos materiales, financieros, informativos y de retorno
- Mínimo de costos
- Personal competente

En general, los enfoques presentados acerca de la logística destacan su carácter integrador y sistémico, así como su misión de garantizar un flujo material con la calidad requerida en el lugar y momento oportuno con un mínimo de costos y orientado a satisfacer las necesidades del cliente a través de un servicio logístico eficiente y de calidad.

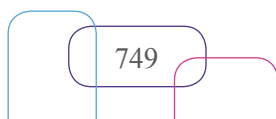
En relación con el servicio al cliente, la actividad logística más enunciada por los distintos autores es la determinación de las necesidades y deseos del usuario relativas al servicio logístico; de hecho, la determinación del nivel de servicio logístico es uno de los aspectos más importantes a la hora de definir la política logística, vertebrándose a partir del mismo el resto de actividades logísticas. (15)

En relación al servicio al cliente existen diferentes definiciones que refieren puntos de contactos con los objetivos de la logística.

“Es el conjunto de prestaciones que el cliente espera, además del producto o servicio básico, como consecuencia del precio, la imagen y la reputación del mismo”. (16).

“Aquella actividad que relaciona la empresa con el cliente, a fin de que éste quede satisfecho con dicha actividad”. (17).

“El servicio al cliente, es una gama de actividades que en conjunto, originan una relación” (18).



“El servicio al cliente implica actividades orientadas a una tarea, que no sea la venta proactiva, que incluyen interacciones con los clientes en persona, por medio de telecomunicaciones o por correo. Esta función se debe diseñar, desempeñar y comunicar teniendo en mente dos objetivos: la satisfacción del cliente y la eficiencia operacional” (19).

“El servicio al cliente es el establecimiento y la gestión de una relación de mutua satisfacción de expectativas entre el cliente y la organización. Para ello se vale de la interacción y retroalimentación entre personas, en todas las etapas del proceso del servicio. El objetivo básico es mejorar las experiencias que el cliente tiene con el servicio de la organización”. (20)

Aplicando los principios de servicio al cliente al contexto de la logística, se puede inferir que el servicio logístico al cliente es el resultado tangible de la ejecución de todas las actividades logísticas. Aunque no existe un acuerdo general sobre cuál es la definición más apropiada para dicho servicio, los estudios parecen indicar que el tiempo del ciclo del pedido y los elementos que componen dicho ciclo, son los factores más críticos del servicio.

El servicio al cliente desde el punto de vista logístico debe ser considerado como el medio para satisfacer las necesidades de los clientes en cuanto a información, calidad de los productos, cumplimiento en las condiciones pactadas en especial el envío del pedido en la cantidad y tiempo correcto. (21)

La necesidad de perfeccionar el enfoque logístico en la actividad comercial y operativa de la organización conlleva

a mejorar los niveles de satisfacción de los clientes, así como la confiabilidad y calidad del servicio que ofrecen las empresas. Agenciar de forma eficiente y eficaz el servicio logístico al cliente constituye uno de los cimientos básicos en los que están apoyadas las nuevas tendencias logísticas de las empresas. (22)

Un enfoque moderno de actuación con el cliente lo constituye el CRM (Customer Relationship Management), que refiere una estrategia que busca aprender sobre todas las necesidades y comportamientos de los clientes, con el firme propósito de establecer relaciones más estrechas con ellos. (23).

Para (24), una de las actividades clave de la logística es el servicio al cliente, que integra elementos de marketing, calidad y logística para el diseño de la estrategia idónea. El marketing refiere aspectos relevantes del mercado en cuanto al comportamiento del consumidor, la calidad el grado de expectativas y percepciones de los consumidores con relación a los requisitos de calidad establecidos y la logística garantiza que el producto esté disponible en el tiempo y espacio preciso al menor costo.



Un adecuado diseño del servicio logístico al cliente constituye el punto de partida para el diseño del sistema logístico de la organización. (25)

Existen diferentes métodos para la evaluación del servicio logístico al cliente que pueden aplicarse en diferentes situaciones concretas de las organizaciones. Entre ellos se destaca el método de los dos puntos, experimentos antes-después, simulación mediante juegos y los estudios sobre el comportamiento de los compradores. (26)

Entre los principales indicadores utilizados para evaluar el servicio logístico se destaca el plazo de entrega y disponibilidad del producto, condiciones de pago, acondicionamiento de las entregas, servicio postventa, exactitud de documentación enviada al cliente, tiempo de respuesta a la solicitud del cliente, respuesta a modificaciones de los clientes, costo promedio del servicio al cliente. (27, 28, 29).

Por su parte (30), refiere indicadores de la gestión de inventarios para garantizar un adecuado nivel de servicio logístico al cliente. En tal sentido se enfoca a la creación de inventarios de seguridad que están destinados a satisfacer la demanda ante retrasos en los ciclos de suministros y en las cantidades demandadas.

En el contexto de esta investigación se presenta un procedimiento para la evaluación del servicio logístico al cliente que se corresponde con el método “Estudio sobre los compradores”. En tal sentido, se realiza una evaluación integral que implique los intereses del cliente y de las unidades productivas.

## 2. Materiales y métodos

La investigación se apoyó en el método sistémico estructural funcional que permitió comprender el servicio logístico al cliente como parte de la logística y la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno y la unidad dialéctica entre todos los actores que participan de la misma para comercializar la leche en el entorno. La técnica de la encuesta fue empleada para obtener información de los proveedores y distribuidores con relación a la evaluación de los requisitos de servicio al cliente. También en la investigación se utilizó la revisión documental, fundamentalmente artículos científicos que tratan el tema de la cadena de suministros y el servicio al cliente en el contexto agropecuario. En la investigación, se desarrolló un procedimiento metodológico para realizar la evaluación del servicio logístico sobre la base de requisitos que inciden directamente en la calidad y eficiencia del servicio de la cadena de suministros. Las etapas del procedimiento propuesto son las siguientes: análisis de los clientes, definición de los requisitos para evaluar el servicio logístico al cliente, determinación del nivel de importancia de los requisitos, evaluación del servicio logístico al cliente, evaluación de los elementos del servicio logístico al cliente y la formulación de acciones de mejora. El procedimiento supone en su desarrollo la aplicación de técnicas de trabajo en grupo, fundamentalmente la Tormenta de Ideas y el

Método de los Expertos. Con la aplicación de la Tormenta de Ideas se definieron los requisitos a tener en consideración en la evaluación del nivel de servicio logístico que se está ofreciendo a los clientes. El Método de Expertos permitió obtener la evaluación general del servicio logístico al cliente.

Unidad de análisis	Unidades productivas asociadas organizaciones locales: unión de comunidades campesinas de San Juan (UCASAJ), asociación de ganaderos de San Juan (ASOGASAJ) y asociación de mujeres MUSHUK KAWSAY.
Población de estudio	110
Ámbito geográfico	Localidad de San Juan- Provincia Chimborazo
Perfil del encuestado	Ganaderos-Distribuidores
Número de encuestados	110
Fuente de información	Primaria
Técnica de recolección de información	Cuestionario
Fecha del trabajo de campo	Noviembre 2017- Febrero 2018
Tratamiento de la información	SPSS v.20
Tratamiento estadístico	Análisis descriptivo e inferencial

Tabla 1. Ficha técnica de investigación

### 3. Resultados y Discusión

#### Análisis de los clientes

Los clientes de las unidades productivas están conformados fundamentalmente por el transportista o piquero<sup>1</sup>, el quesero<sup>2</sup> y la empresa pasteurizadora

Clientes de las unidades productivas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Transportador (Piquero)	4	3.6	3.6	3.6
Quesero	93	84.5	84.5	88.2
Empresa Pasteurizadora	13	11.8	11.8	100.0
Total	110	100.0	100.0	

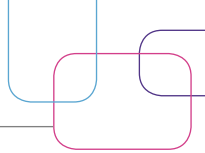
Tabla 2. Clientes y frecuencia de recolección de leche

Fuente: Encuestas

<sup>1</sup> Término por el que se conoce al transportista que no está identificado con una empresa y que traslada la leche (materia prima) a diferentes puntos de recolección.

<sup>2</sup> Propietario de fábrica artesanal de queso radicada en la localidad de San Juan.

- El 84% de los encuestados entrega su producción diaria al quesero, el 12% a una empresa pasteurizadora, y el 4% al piquero
- El 90% de los productores encuestados realiza su ordeño de forma manual, solo en un 8% utiliza ordeño mecánico, mientras que un 2% utiliza ambos tipos de ordeños. Los productores que utilizan el ordeño mecánico son



haciendas ganaderas que tienen más de 100 cabezas de ganado.

- El precio promedio del litro de leche es de \$0,37, existiendo algunos casos que reportan un máximo de \$0,42 y un mínimo de \$0,30.

### Cálculo del Número de Expertos

$$M = \frac{P*(1-P)*K}{I^2}$$

$$M = \frac{0,01*(1-0,01)*6,6564}{(\pm 0,1)^2} = 6,5898 \quad (1)$$

$$M = 7$$

Se obtuvo que el número de expertos necesarios es igual a 7. A continuación se seleccionaron los expertos atendiendo al nivel de involucramiento en las actividades de la producción y distribución de la leche y a la experiencia acumulada de los mismos. Posteriormente se realizó un entrenamiento a los expertos sobre los objetivos que se perseguían en el trabajo y sobre el procedimiento desarrollado en la investigación.

### Definición de requisitos para evaluar el servicio logístico al cliente

Paso seguido se definieron los requisitos para evaluar el servicio logístico al cliente. Ellos fueron: cantidad, calidad, cantidad, precio, tiempo pedido-entrega, confianza.

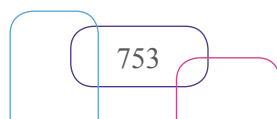
### Determinación del nivel de importancia de los requisitos

A continuación se realizó un análisis del peso específico de cada variable con respecto las demás con el objetivo de establecer un orden de prioridad en la solución. La puntuación se estableció en un escala del 1 al 5, donde 1 es el de menor importancia y 5 el de mayor importancia.

Los resultados de la puntuación de los expertos se muestran en la siguiente tabla:

Requisitos	Expertos							R <sub>j</sub>	Δ	Δ <sup>2</sup>
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>			
Cantidad	3	4	4	4	4	4	4	27,00	6,00	36
Calidad	3	4	4	4	4	4	4	27,00	6,00	36
Precio	1	1	1	1	1	1	1	7,00	14,00	196
Tiempo pedido – entrega	4	4	4	4	4	4	4	28,00	7,00	49
Confianza	4	4	4	4	4	4	4	28,00	7,00	49
TOTALES								117,00	40,00	366,00

Tabla 3 Evaluación de expertos



Cálculo del rango promedio

$$T = \frac{1}{2} \cdot (k + 1) \cdot M$$

$$T = \frac{1}{2} \cdot (5 + 1) \cdot 7 \quad (2)$$

$$T = 21$$

Cálculo del Coeficiente de Concordancia de Kendall

$$W = \frac{12 \cdot \sum \Delta^2}{M^2(k^3 - k)}$$

$$W = \frac{12 \cdot 366}{49 \cdot (125 - 5)} \quad (3)$$

$$W = 0,746$$

Como se aprecia existe concordancia entre el criterio de los expertos. No obstante se determinó si el criterio de los expertos es o no consistente con un nivel de confianza específico.

Para ello se utiliza la dódima de hipótesis  $\chi^2$  siguiente:

$H_0$ : No hay consistencia en el criterio de los expertos

$H_1$ : Sí hay consistencia en el criterio de los expertos

El estadígrafo a calcular es:

$$\chi^2 = M \cdot W \cdot (k - 1) \quad (4)$$

Se define como Región Crítica o de Rechazo:

$$RC : \chi^2 > \chi_{\alpha; k-1}^2 \quad (5)$$

El cálculo del estadígrafo  $\chi^2$  refiere el resultado que se muestra a continuación:

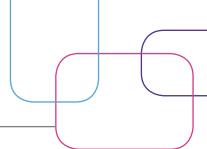
$$\chi^2 = 7 \cdot 0,746 \cdot (5 - 1)$$

$$\chi^2 = 20,91$$

Mediante la consulta de tablas estadísticas se obtuvo que:

$$\chi_{\alpha; k-1}^2 = 11,0705 \quad \text{para } \alpha = 95 \% ; k = 5$$

$$RC : \chi^2 > \chi_{\alpha; k-1}^2$$
$$20,91 > 11,0705$$



Por tanto, se rechaza  $H_0$  y se afirma que existe concordancia en el criterio de los expertos. Además al analizar el riesgo de rechazar  $H_0$  siendo verdadera, se asume el error que el no hacerlo trae consigo, en función de que el coeficiente de concordancia de Kendall (W) tome un alto valor.

En función de los resultados obtenidos, se obtuvo una escala en la que se establece el peso específico de cada variable clave o atributo definido anteriormente. Dicha escala se establece en función del valor  $R_j$  obtenido por el método de expertos, determinando la influencia de cada variable sobre el total y obteniendo, de esta forma, el peso específico de influencias sobre el nivel de servicio logístico al cliente

Las diferencias en la influencia de los requisitos brinda un nivel de prioridad al resolver los diferentes problemas que están afectando el desempeño del servicio logístico al cliente por las unidades productivas. La importancia que tiene el cálculo de este indicador es que no se hace solo una valoración sobre la base del peso específico de cada requisito, sino que se tiene en cuenta, además de la puntuación dada por los expertos a cada uno de ellas, por lo que permite analizar la situación real que presentan en la actualidad cada requisito y permite formular mejoras para aquellos que requieren una rápida acción correctora.

El nivel de importancia de cada requisito ( $Z_i$ ) fue conferido por consenso del grupo de expertos. Ello permitió calcular el Índice de Prioridad o Importancia de cada requisito (IP).

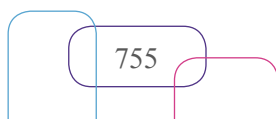
Para el cálculo del Nivel de Servicio Logístico (NSL) se aplicó la fórmula que se presenta a continuación:

$$NSL = \sum_{i=1}^m (R_{promi} * IP_i) \quad (6)$$

Requisitos	$R_j$	$Z_i$	$R_j$ prom	IP	NSL (%)
Cantidad	27,00	8	3,86	0,174	77,14
Calidad	27,00	10	3,86	0,217	77,14
Precio	7,00	10	1,00	0,217	20,00
Tiempo Pedido – Entrega	28,00	8	4,00	0,174	80,00
Confianza	28,00	10	4,00	0,217	80,00
NSL TOTAL (%)					65,84

Tabla 4. Prioridad de requisitos y Nivel de Servicio Logístico

El nivel de servicio logístico al cliente (NSL) es del 65,84%. Este valor es bajo y en gran medida está condicionado por los efectos negativos del precio de venta que refiere el más bajo nivel de satisfacción a las unidades productivas de la localidad de San Juan.



PRODUCCIÓN MEDIA		
Producción diaria	44 litros *30 días	1320 litros mensuales
Ingreso Mensual	1320 litros* \$0,37	\$488,40 mensuales
Costo unitario	\$0,40*1320	\$528,00 mensuales
Pérdida		\$39,6

Tabla 5: Ingresos estimados por venta a quesero

## Discusión

Los resultados de la encuesta y del trabajo en grupo desarrollado por los autores en los marcos del proyecto de investigación “Sostenibilidad y competitividad de la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno en la provincia de Chimborazo”, permitieron identificar los principales problemas que inciden en el sistema logístico de los productores de leche de ganado vacuno de la parroquia San Juan. Estos son los siguientes:

Las condiciones referentes a insuficientes recursos financieros y materiales, gravitan sobre el desempeño de las organizaciones productoras de leche en general, de la gestión de adquisiciones, producción y servicio logístico al cliente.

Es insuficiente el poder de autogestión que se manifiesta en las organizaciones productoras de leche, lo cual limita la explotación de fuentes potenciales de eficiencia en la obtención de los suministros. Entre las fuentes potenciales de eficiencia se encuentran: la reducción de capital inmovilizado, variar al suministrador cuando existan elementos que así lo aconsejan.

Resulta inadecuado el nivel de integración con el que se realizan la gestión de los aprovisionamientos, la producción y el servicio al cliente.

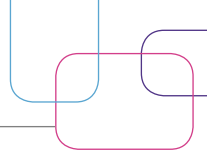
Falta de coordinación en la cadena de suministros. Cada actor continúa velando más por su desempeño que por el de la cadena en general.

La gestión de adquisiciones refiere la falta de un enfoque en sistema de los procesos que concurren en ella,

La proyección de las demandas dependientes determinísticas, se realiza en las organizaciones productoras a partir de las normas de consumo establecidas ya sea con carácter empírico o debidamente fundamentado.

La proyección de las demandas independientes aleatorias se realiza sobre bases empíricas, sin que medien métodos de pronóstico.

Los inventarios se gestionan fundamentalmente sobre la base de la experiencia. No se relaciona la determinación de los niveles adecuados de inventario



con la proyección de las demandas, ni con la determinación de los costos de aprovisionamientos.

La selección de los proveedores presenta características diferentes entre las organizaciones, incluso en una misma organización puede variar en dependencia del tipo de suministrador y /o de los artículos objeto de suministro.

En algunos suministros se presentan pocas opciones para seleccionar las fuentes debido, entre otras causas, a condiciones financieras.

Los únicos costos que se registran diferenciadamente en las organizaciones productivas son los costos de adquisición de los artículos. Los restantes costos de adquisiciones no se registran, no se estiman, no se analizan, ellos transcurren inadvertidamente para la organización productiva.

El transporte de los suministros es realizado por los propios productores o por los suministradores.

El almacenamiento se realiza en locales adaptados para almacenar materiales sin los requerimientos tecnológicos y constructivos necesarios. No es generalizada la aplicación del principio “primero que entra, primero que sale”; el inexistente o deficiente control de calidad de los artículos recibidos y almacenados.

El nivel de servicio es bajo (65,84,5%) . El mismo se ve afectado por la influencia de los siguientes factores:

- El 68% de los productores utiliza como tipo de reproducción a un semental, el 24% reproduce su ganado con los dos métodos de reproducción como son; con semental e inseminación artificial, mientras que un 8% utiliza la inseminación artificial como método de reproducción de su ganado.
- El 70% de la población encuestada corresponde a un nivel de instrucción primaria, el 17% ha culminado sus estudios secundarios, el 11% de la población encuestada tiene educación superior, mientras que en un 2% son tecnólogos.
- En el 72% de la población encuestada, la fijación del precio está dada por el comprador, el 26% fija el precio negociando con el distribuidor, mientras que en un 2% fija el precio el productor.

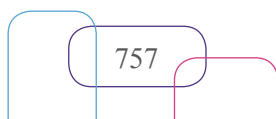
### **Acciones de mejora**

Formalizar las relaciones comerciales con los distribuidores

Establecer alianzas estratégicas entre productores, asociaciones y las instituciones financieras, en particular BanEcuador

Capacitar a los productores en temáticas de logística y calidad

Promover la creación y fortalecimiento de encadenamientos productivos





Evaluar la factibilidad de un centro de acopio de leche.

Establecer fichas de costos para la determinación del costo real de producción de un litro de leche

Dialogar con las autoridades correspondientes sobre un mayor control del precio oficial del litro de leche y el precio real teniendo en cuenta el costo de los productores.

#### **4. Conclusiones**

En la revisión bibliográfica realizada se consultaron los siguientes métodos: método de los dos puntos, experimentos “antes-después”, simulación mediante juegos y los estudios sobre el comportamiento de los compradores. No obstante, no está definido un procedimiento para la evaluación del servicio logístico al cliente.

En el desarrollo del marco teórico-conceptual de la logística y su interrelación con el servicio al cliente fueron analizadas varias referencias a estudios que recomiendan para la evaluación de los niveles de servicio de un sistema logístico, identificar los aspectos claves del nivel de servicio, seleccionar los requisitos que los valoran, determinar metodologías para cuantificar los requisitos, tabular y analizar históricamente los datos.

El servicio logístico bajo las condiciones actuales de la cadena de suministros de unidades productivas de la localidad de San Juan, provincia de Chimborazo no se corresponde con los ingresos que obtiene por la venta de leche y las utilidades que se debe obtener.

El procedimiento logístico propuesto contribuye a detectar las principales reservas de eficiencia y de satisfacción de los clientes de la organización y a señalar las estrategias de servicio pertinentes, a partir de determinar los niveles de servicio proporcionados y percibidos por cada cliente y en general, los niveles de satisfacción e insatisfacción de las expectativas de los clientes, así como los requisitos que más afectan la calidad del servicio, e indicadores logísticos que reflejen el comportamiento de aquellos requisitos críticos que determinan su competitividad.

#### **Referencias**

1. Ballou R., Logística Empresarial (1991). Madrid, España: Editorial Díaz de Santos S.A
2. Magee J., Dirección Logística. (1985). NY: Editorial Wiley
3. Arbones Malisani Eduardo A. (1992). Logística Empresarial. Barcelona: Editorial Marcombo S.A.
4. Castro, W. A. S., Castrillón, Ó. D., & Franco, L. F. O. (2009). Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte. Cuadernos de Administración, 22(38).
5. Rivas Muntan Ramón. (1986). Técnicas de Marketing. Barcelona: Editorial Index

6. Prída B. (1992). Mejora de la Competitividad de la Empresa a través de la Gestión de Aprovisionamiento, Manutención y Almacenaje. España: Editorial Díaz de Santos
7. Comas Pulles Raimundo (1996). La Logística: Origen, Desarrollo y Análisis Sistémico. Revista Logística Aplicada, No.1, Publicación de la Sociedad Cubana de Logística, La Habana, Cuba.
8. Los Santos, I. S. (2006). Logística y marketing para la distribución comercial. España: Esic Editorial.
9. Olivos, P. C., Carrasco, F. O., Flores, J. L. M., Moreno, Y. M., & Nava, G. L. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. Contaduría y administración, 60(1), 181-203.
10. Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain. Kogan Page Publishers.
11. Casanova A. y Cuatrecasas L. (2003). Logística empresarial. Barcelona: Ediciones Gestión 2000
12. Santos Norton María Lilia. (1996). Concepción de un Enfoque en Sistema para la Gestión de los Aprovisionamientos. Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Técnicas. ISPJAE, La Habana. Cuba
13. Council of Supply Chain Management Professional (2013). Supply Chain and Logistics Terms and Glossary. Recuperado de: [http://logistics.nankai.edu.cn/\\_upload/article/7c/7a/3200c62b40ebae99f505e64e51e7/9cdc011c-660a-496b-8fc5-1ca0809949c4.pdf](http://logistics.nankai.edu.cn/_upload/article/7c/7a/3200c62b40ebae99f505e64e51e7/9cdc011c-660a-496b-8fc5-1ca0809949c4.pdf)
14. Stadtler, H. (2015). Supply chain management: An overview. In Supply chain management and advanced planning (pp. 3-28). Springer Berlin Heidelberg.
15. Servera-Francés, D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 20 (38), 217-234.
16. Horovitz, J. (1990). La calidad del servicio. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
17. Peel, M. (1991). El servicio al cliente: guía para mejorar la atención y la asistencia. España: Ediciones Deusto.
18. Gaither, T.F. (1983). Creative Customer Service Management , 13, 3.
19. Lovelock, C. H. (1990). Services Marketing. Series in Marketing. New Jersey: Prentice Hall.
20. Duque Oliva, E. J. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. Innovar. Revista de ciencias administrativas y sociales, 15(25).
21. Tejero, J. J. (2007). Logística integral: La gestión operativa de la empresa. Madrid: ESIC Editorial.
22. Debrosse-Carballo, M. E. (2016). Evaluación del servicio logístico al cliente en una empresa comercializadora. Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 4, 60-66.
23. Montoya Agudelo, César Alveiro, & Boyero Saavedra, Martín Ramiro. (2013). El CRM como herramienta para el servicio al cliente en la organización. Visión de futuro, 17(1) Recuperado en 17 de febrero de 2018, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-87082013000100005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082013000100005&lng=es&tlng=es).
24. Ballou, R. H. Logística. Administración de la cadena de suministro. (2004). México D. F: Pearson Educación.
25. Alonso Bobes, Alejandro R., & Felipe Valdés, Pilar M.. (2014). Servicio logístico al cliente en empresas de servicios: procedimiento para su diseño. Economía y Desarrollo, 152(2), 184-192. Recuperado en 17 de febrero de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-85842014000200012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842014000200012&lng=es&tlng=es).
26. Cespón, R. y M. Auxiliadora (2003): Administración de la cadena de suministro, Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras
27. I Cos, J. P., De Navascués, R., & Esteban, M. Y. (1998). Manual de logística integral:

Ediciones Díaz de Santos.

28. Mazo, A. Z., Montoya, R. A. G., & Henao, S. A. F. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR. *Clio América*, 8(15), 90.
29. Díaz Curbelo, A., & Marrero Delgado, F. (2014). El modelo SCOR y el Balanced Scorecard: una poderosa combinación intangible para la gestión empresarial. *Visión de futuro*, 18(1).
30. Aguilar Santamaría, P. A. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *Pensamiento & Gestión*, (32), 142-164.

# EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO PARA EMPRENDIMIENTOS DE LA ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(EVALUATION OF BUSINESS OPPORTUNITIES FOR ENTERPRISES OF  
THE POPULAR AND SOLIDARY ECONOMY IN THE  
PROVINCE OF CHIMBORAZO)

Olga Maritza Rodríguez Ulcuango <sup>(1)\*</sup>, Oscar Parada Gutiérrez <sup>(1)</sup>,  
Cristian Oswaldo Guerra Flores <sup>(1)</sup>, Cecilia Alexandra Santillán Obando <sup>(1)</sup>,  
Jorge Antonio Vasco Vasco <sup>(1)</sup>, Myriam Johanna Naranjo Vaca <sup>(1)</sup>

(1) Docentes de la Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\*Correspondencia: Tel.: 0992961668, E-mail: omru25@gmail.com (O, Rodríguez)

## RESUMEN

En el Ecuador la Economía popular y solidaria está estructurada por el sector financiero y no financiero, donde resaltan las cooperativas, asociaciones y unidades económicas populares; este último conformado por familias de escasos recursos económicos, quienes han forjado una idea de negocio con la finalidad de mejorar su calidad de vida. La presente investigación tiene como objetivo evaluar las oportunidades de negocio promovidas por la Superintendencia del Control del Poder de Mercado hacia emprendimientos de la economía popular y solidaria a través de la participación en la Ronda de negocios efectuada en la provincia de Chimborazo. La evaluación refiere a elementos que facilitan la sostenibilidad del emprendimiento, parámetros de selección de los operadores económicos dentro de la negociación, y determinación de fortalezas y debilidades de los productores y organizaciones sociales.

Bajo el método Delphi, y respetando las normas regulatorias para las cadenas de supermercados y sus proveedores, la evaluación permite establecer una propuesta de valor por encima de la generación de utilidades, preparando a los pequeños empresarios en negociaciones de comercio justo, enfocadas en la colocación de los productos en perchas de operadores económicos a nivel nacional.

**Palabras Claves:** *Economía, Negocios, Microempresa, Chimborazo, Finanzas*

## ABSTRACT

In Ecuador, the popular and solidary economy is structured by the financial and non-financial sectors, where cooperatives, associations and popular economic units stand out; the latter consists of families with limited economic resources, who have forged a business idea in order to improve their quality of life. The objective of this research is to evaluate the business opportunities promoted by the Superintendency of Market Power Control towards undertakings of the popular and solidarity economy through participation in the Business Round in the province of Chimborazo. The evaluation refers to elements that facilitate the sustainability of the enterprise,

parameters of selection of the economic operators within the negotiation, and determination of strengths and weaknesses of the producers and social organizations.

Under the Delphi method, and respecting the regulatory standards for supermarket chains and their suppliers, the evaluation allows establishing a value proposition over the generation of profits, preparing small entrepreneurs in fair trade negotiations, focused on the placement of the products on hangers of economic operators at national level.

**Key Words:** *Economy, Business, Microenterprise, Chimborazo, Finance*

## 1. Introducción

Desde el año 2008, con la nueva constitución, la normativa ecuatoriana sufre una serie de transformaciones relevantes para el sector de la economía popular y solidaria, con el objetivo de dinamizarlo, que si bien es cierto no era fortalecido, pero contribuía con ingresos al país.

De acuerdo con el artículo 8 de la Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario del Ecuador (1), y su reglamento (2), se integran los sectores comunitarios, asociativos y cooperativistas, así como también las unidades económicas populares.

Describiendo brevemente, el sector comunitario resalta a un conjunto de organizaciones establecidas a través del trabajo solidario y autogestión, en la producción, comercialización, distribución y el consumo de bienes y servicios lícitos; el sector Asociativo que en el artículo 18 de la normativa anteriormente citada, indica al conjunto de asociaciones constituidas por personas naturales con actividades económicas productivas similares o complementarias, con el objeto de producir, comercializar y consumir bienes y servicios lícitos y socialmente necesarios; para el sector Cooperativista, se entiende como sociedades con personería jurídica de derecho privado e interés social y finalmente a las unidades de economía popular y solidaria donde se centra la investigación, se encuentran dedicadas a emprendimientos unipersonales, familiares, domésticos, comerciantes minoristas, artesanales cuyo factor principal es la asociatividad y solidaridad entre sus miembros.

En el Ecuador, según la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, (SEPS) (3), en el sector no financiero están adscritas 12 694 organizaciones activas, de los cuales 3 594 son agropecuarias, 119 agrícola, 1 175 alimentación. Revisando su evolución según Jácome, E (2016) (4), en los últimos seis años tanto del sector financiero como del no financiero registradas en la SEPS, tuvo un crecimiento del 52% (Véase Fig. 1), lo que se determina una población económicamente activa que eleva las esperanzas de mejorar la calidad de vida de quienes están inmersos dentro de este sector.

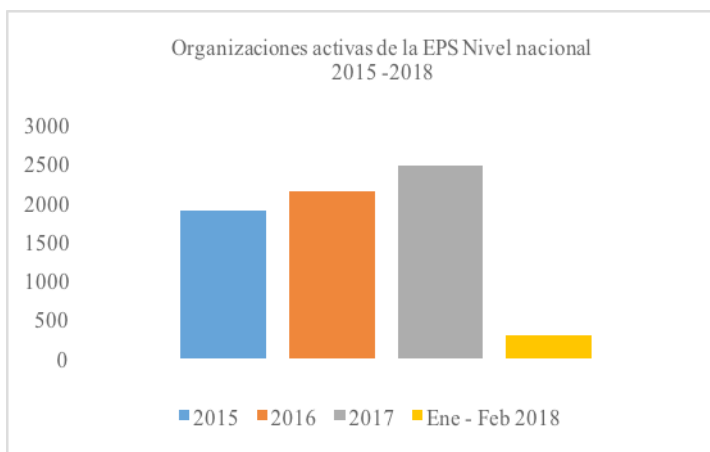
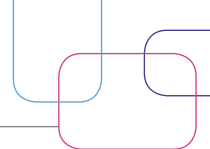


Fig. 1 Organizaciones Economía Popular y Solidaria

Fuente: SEPS (2018)

Al analizar la sostenibilidad de los emprendimientos, en el catastro presentado por la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria del Ecuador corte al 20 de diciembre de 2017(5), registra 269 entidades en proceso de liquidación; geográficamente la mayor concentración en liquidación es la provincia de Pichincha con 137 organizaciones, Guayas con 21 y Tungurahua con 16.

Centrándose en la provincia de Chimborazo, el número de habitantes según el INEC, (2010) (6), es de 458 581 siendo el 52.2% mujeres y 47.8% hombres; el cantón con mayor habitantes es Riobamba con 225 741 personas.

El 50,5% de los chimboracense trabajan por cuenta propia, seguido de empleado privados con un 15.9%; dentro de ello el 31.9% trabajan en agricultura y actividades calificadas, lo que da a entender la pre disponibilidad de los habitantes por crear su propio negocio.

En la provincia de Chimborazo existen 485 empresas activas adscritas a la SEPS (3), otras 10 se encuentran en proceso de liquidación y 2 finalmente liquidadas. De las activas las más representativas según la clase de organización son 188 dedicadas a agropecuaria y agricultura, 99 para transporte, 37 de alimentación y 33 en limpieza.

En concordancia con la segunda estrategia para la igualdad y erradicación de la pobreza a nivel mundial (Comité Interinstitucional para la Erradicación de la Pobreza, 2014) (7), Para Sánchez, J. (2016), (8). El Ecuador ha institucionalizado políticas que permitan una economía más social, aplicadas al campo de la matriz productiva, impulsando salarios dignos, políticas tributarias, evitación del abuso

del control del poder de mercado por parte de agentes económicos; estas políticas promueve el desarrollo de las pequeñas empresas, que sin duda alguna aplicarlas es un total desafío dentro de Ecuador, a sabiendas que dichos emprendimientos aun no cumplen con las exigencias del mercado y clientes, quienes a la hora de elegir ciertos productos, se basan en características y formalidades comerciales que sin duda alguna, exigen a los emprendimientos ponerse a la vanguardia de la competencia, pese a los escasos recursos económicos y limitada tecnología en los procesos de producción y capacitación financiera, entre otros.

Las oportunidades de negocio para un pequeño emprendedor son escasas según Boada, J.(2016) (9); por lo que para el diario El Tiempo, (2001) (10), se debe manejar adecuadamente las herramientas del marketing, gestión, finanzas, con la finalidad de aprovechar al máximo cada una de las potencialidades que presenta el emprendimiento y que son percibidos por los clientes.

Según Clavijo, J., (2010) (11), el mercado de los pobres, tiene un doble potencial, la masa visto como ingeniosos empresarios quienes están destinando a producir a un bajo costo y por otro lado los consumidores que buscan el ahorro a través de las economías de escala –alcance. Dentro de esta premisa, Prahalad, C. (2004) (12-14), establece en doce el número de principios esenciales para la innovación de cara a los mercados desfavorecidos:

1. Enfoque en el rendimiento basado en el precio
2. La innovación requiere soluciones híbridas
3. La ampliación a los mercados desfavorecidos requiere soluciones extensibles y exportables a varios países
4. Desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente
5. El desarrollo de productos para estos mercados debe partir del entendimiento de las necesidades específicas de funcionalidad
6. Innovación en los procesos
7. Des-cualificar el trabajo
8. Educación de los clientes
9. Los productos deben estar adaptados a medios hostiles
10. La investigación en interfaces es determinante por la naturaleza de la población
11. Las innovaciones deben llegar hasta el consumidor
12. Los mercados desfavorecidos permiten y obligan a desafiar los paradigmas existentes en innovación y oferta de productos y servicios

Para que un producto tenga una oportunidad y resalte en el mercado, es necesario la aplicación de estrategias empresariales que sin duda alguna se enfoca en el desarrollo del producto, las finanzas y Marketing; de acuerdo con la Escuela de Negocios de la Innovación y los Emprendedores (2014), (15), la necesidad no satisfecha por norma general es la esencia en cualquier oportunidad de negocio, dentro de ello:



- Encontrar clientes descontentos, escucharlos
- Revisar los cambios demográficos
- Atención al gusto de los consumidores
- Analizar a la competencia, tendencia del sector, mercados internacionales
- Detectar aspectos mejorables en el producto
- Cambio legislativo

La Superintendencia del Control del Poder de Mercado en función de su misión (16), de “controlar el correcto funcionamiento de los mercados, previniendo el abuso de poder de mercado de los operadores económicos nacionales y extranjeros y todas aquellas prácticas contrarias a la competencia que vayan en perjuicio de los consumidores”, promueve actividades que permiten vincular a los pequeños emprendimientos en negociaciones comerciales con los operadores económicos. con la finalidad de dar cumplimiento a la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado (17), que en su parte pertinente busca la “eficiencia de los mercados, el comercio justo y bienestar general de los consumidores y usuarios, para el establecimiento de un sistema económico social, solidario y sostenible”, en base a ello al expedirse las Normas Regulatorias para las Cadenas de Supermercados y sus Proveedores (18), los operadores económicos destinarán el 20% del total de islas, cabeceras y finales de góndolas o estanterías, a ser ocupadas por los proveedores de la Economía Popular y Solidaria, Artesanos, así como de la micro y pequeña empresa; de la misma forma las cadenas de supermercados deberán mantener anualmente al menos el 13% del total de facturación de sus compras, incluidas las importaciones que la cadena de supermercado realice de manera directa con fines comerciales, a proveedores de la economía popular y solidaria.

Ante estas normativas establecidas y para propiciar su aplicación la Superintendencia del Control del Poder de Mercado, realiza rondas de negocio que para Expoagro (2017), (19), es acercar la posibilidad al emprendedor de mostrar sus productos o servicios a escala mayor, que sin duda alguna esta acción fomenta la sostenibilidad de los pequeños empresarios que buscan generar ventas y sustentar a su familia.

A nivel del Ecuador según declaraciones del Superintendente de Control del Poder de Mercado Paez, P. (2017), (20), se han realizado 344 asambleas productivas y 51 rondas de negocios, cuyo resultado, radica en un total de ventas de 1001,77 millones de dólares. La oportunidad de negocio que la entidad brinda a los pequeños empresarios, es única frente a los operadores económicos, los cuales son grandes cadenas de supermercados que resaltan por su posición en el Ecuador, por lo que en la presente investigación evalúa dicha oportunidad, conforme al producto que presenta, su fortaleza financiera, convirtiéndose en un compromiso de la academia con la sociedad al generar destrezas empresariales en el emprendedor, capaz de afrontar dicha reunión con el objetivo de ser una economía más solidaria.

## 2. Materiales y Métodos

El estudio se realizó a partir del desarrollo de una rueda de negocios. La rueda de negocios, como lo menciona Burga, E., (2018) (21), es un mecanismo simple y de acción directa, refiriendo a una reunión en la que se produce la interacción directa de representantes de cadenas comerciales, productores de la economía popular y solidaria, instituciones territoriales para concertar negociaciones, asociaciones, intercambios que permiten la paulatina inserción de productos y/o servicios al mercado local y nacional.

La evaluación tuvo como premisa la revisión documental referida a la Resolución SCPM-DS-075-2014, el Manual de Buenas Prácticas Comerciales para el sector de los supermercados y/o similares y sus proveedores; y, la Regulación 014, sobre normas regulatorias para las cadenas de supermercados y proveedores.

Para la realización del estudio se organizó un grupo conformado por especialistas de marketing y comercialización, así como otros especialistas que se consideraron pertinentes integrar al grupo evaluador para sustentar el estudio a realizar.

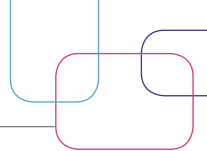
La investigación se apoyó en dos encuestas:

La primera, estuvo dirigida a oferentes (productores). La misma se estructuró en cuatro preguntas abiertas que buscan obtener informaciones relacionadas con las percepciones de los productores acerca de la rueda de negocios, sus propuestas de mejora, los principales problemas encontrados durante la negociación, así como aspectos relativos al perfeccionamiento del producto ofertado.

La segunda encuesta se estructuró en cinco preguntas abiertas. Tuvo como objetivo conocer las percepciones de los empresarios representantes de las cadenas comerciales acerca del desarrollo de la rueda de negocios, los principales problemas que observaron en los productos ofertados por los microempresarios y las posibilidades de negocios existentes en el mercado.

La primera parte, estuvo referida a la identificación del emprendimiento, que refiere: la razón social, el nombre del gerente o propietario, la localización del emprendimiento, teléfono, el nombre del producto o productos a evaluar y el tipo de bien de consumo (alimenticio o no alimenticio).

La evaluación de requisitos se realizó mediante una escala dicotómica (1=Si Cumple, 0=No Cumple). Los requisitos fueron: registro sanitario, etiquetado, la clasificación del nivel de grasa, azúcar y sal, código de barras, contenido nutricional, composición del producto, peso y medida, fecha de elaboración, fecha de expiración del producto, disponibilidad de embalaje y empaque, estandarización del producto, disponibilidad de marca propia, Registro Único de Contribuyente (RUC) y Régimen Impositivo Simplificado (RISE).



La tercera parte, calidad de la información, está constituida por 6 ítems (requisitos) que son evaluados mediante una escala Likert que establece un puntaje de 5 puntos (Excelente, 5 puntos, Muy Bueno, 4 puntos, Bueno, 3 puntos, Regular, 2 puntos y Malo, 1 punto). Los requisitos son los siguientes: abastecimiento sostenido del producto, conocimiento sobre la capacidad de producción, conocimiento sobre los costos del producto, conocimiento de las características del público objetivo y el conocimiento del emprendedor en técnicas de ventas.

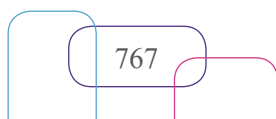
La cuarta parte, ventajas competitivas, está formada por 6 ítems que fueron también evaluados, siguiendo la escala Likert planteada anteriormente. Los requisitos son: tendencia de uso o consumo del producto, potencialidad del mercado, presentación del producto, valoración de la marca, innovación del producto y la evaluación sensorial.

### **3. Resultados y Discusión**

La Dirección del Control Zonal de la Superintendencia del Control del Poder de Mercado, Según informe SCPM-DZC3-60-2017 (22), planificó realizar una rueda de negocios en articulación con el Centro Agrícola de Riobamba, Ministerio de Agricultura Ganadería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Economía Popular y Solidaria, BanEcuador, Gobierno Provincial de Tungurahua, Universidad Técnica de Ambato, Agencia de Regulación y Control Sanitaria, CORPOAMBATO, Ministerio de Telecomunicaciones, Ministerio de Inclusión Económica y Social, Junta Nacional de Defensa del Artesano, Ministerio de Industrias y Productividad de Riobamba, Universidad IKIAM, GAD Provincial de Chimborazo y Napo, con miras a realizar la articulación de actividades tendientes a dinamizar el área productiva con la rueda de negocios esta actividad permitió al acercamiento de los productores de la economía popular y solidaria de la micro pequeña y mediana empresa con los gerentes y propietarios de las grandes y medianas cadenas de supermercados convocadas, con el objetivo de entablar por su propia cuenta y representación futuras negociaciones comerciales enfocadas a la colocación de estos productos en las perchas de los operadores económicos.

La rueda de negocios se realizó el 26 de abril de 2017 en la Quinta del Centro Agrícola de la ciudad de Riobamba, realizando la invitación respectiva a los productores cuya característica básica de participación consiste en el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas del producto previo a una capacitación de normas técnicas y selección (23) de los productos que participarían en la rueda de negocios, cuya selección la realizó docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo según Rodríguez, O. (2017) (24).

Para el desarrollo de este evento, se realizaron varias reuniones de selección de productos que están en condiciones de ingresar a la rueda de negocios con las normas que solicitan los operadores de económicos, además de capacitaciones



para que mejoren su producción, manual de buenas prácticas de supermercados y talleres preparatorios previo a la rueda de negocios, el mismo que consistía en sugerir las técnicas de negociación que debían aplicar

La rueda de negocios en la Quinta Macají de la ciudad de Riobamba (25), se llevó a efecto con la exhibición de productos de 110 productores, artesanos de las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza, Napo, Sucumbíos y Orellana relacionados con los siguientes operadores económicos: Tiendas Industriales Asociadas, Coral, Corporación La Favorita, Santa María; medianas cadenas: CORPOVIT Cía Ltda., Micro Nafer, Comercial El Cocinero, Supermarket Zárate, Total Home Basvimart Cía. Ltda., los mismo que estuvieron reunidos desde las 09h00 hasta las 18h00 aproximadamente.

A continuación se presenta la evaluación de los parámetros exigidos por los representantes de la cadenas comerciales:

	No.	Requisitos	Cantidad de Requisitos Cumplidos	% Cumplimiento	Cantidad de Requisitos Incumplidos	% Incumplimiento
Normas legales comerciales	1	Registro sanitario	32	43,24	42	56,76
	2	Etiquetado	39	52,70	35	47,30
	3	Semaforización	25	33,78	49	66,22
	4	Código Barras	23	31,08	51	68,92
	5	Contenido nutricional	19	25,68	55	74,32
	6	Composición del producto	28	37,84	46	62,16
	7	Peso y Medida	32	43,24	42	56,76
	8	Fecha de Elaboración	22	29,73	52	70,27
	9	Fecha de expiración del producto	24	32,43	50	67,57
	10	Cuenta con embalaje y Empacado	23	31,08	51	68,92
	11	Estandarización en la forma del Producto	17	22,97	57	77,03
	12	Posee Marca Propia	26	35,14	48	64,86
	13	Posee RUC, RISE	27	36,49	47	63,51
Calidad de la Información	14	Abastecimiento sostenido del Producto	22	29,73	52	70,27
	15	Capacidad del producto	44	59,46	30	40,54
	16	Precio del producto	51	68,92	23	31,08
	17	Características del público objetivo	20	27,03	54	72,97
	18	Exposición del Emprendedor(Técnicas de ventas)	25	33,78	49	66,22

Ventajas Competitivas	19	<i>Tendencia de uso consumo del producto</i>	27	36,49	47	63,51
	20	<i>Potencial del Mercado</i>	16	21,62	58	78,38
	21	<i>Presentación del producto</i>	28	37,84	46	62,16
	22	<i>Valoración de la marca</i>	19	25,68	55	74,32
	23	<i>Innovación del Producto</i>	19	25,68	55	74,32
	24	<i>Evaluación Sensorial</i>	26	35,14	48	64,86
otros	25	<i>Logística</i>	0	0,00	74	100,00

Tabla 1. Evaluación de requisitos

Según se observa en la tabla 1, prevalece el incumplimiento de los requisitos necesarios para la inserción de los productos de los productores en las cadenas comerciales de supermercados. El incumplimiento promedio fue del 65,73%.

Aplicando el principio de Pareto se obtiene el total de requisitos que tienen hasta el 80% del total de incumplimientos y que por tanto, precisan de un mayor seguimiento para su correspondiente solución, ya que limitan en mayor medida la entrada de los productos de los emprendimientos de la economía popular y solidaria a la red de supermercados.

Requisitos	Cantidad de Requisitos Incumplidos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	% Acumulado
<i>Logística</i>	74	0,06085526	0,06085526	6,09
<i>Potencial Del Mercado</i>	58	0,04769737	0,10855263	10,86
<i>Estandarización en la forma del producto</i>	57	0,046875	0,15542763	15,54
<i>Contenido nutricional</i>	55	0,04523026	0,20065789	20,07
<i>Valoración de la marca</i>	55	0,04523026	0,24588816	24,59
<i>Innovación del Producto</i>	55	0,04523026	0,29111842	29,11
<i>Características del público objetivo</i>	54	0,04440789	0,33552632	33,55
<i>Fecha de Elaboración</i>	52	0,04276316	0,37828947	37,83
<i>Abastecimiento sostenido del producto</i>	52	0,04276316	0,42105263	42,11
<i>Código Barras</i>	51	0,04194079	0,46299342	46,30
<i>Cuenta con embalaje y Empacado</i>	51	0,04194079	0,50493421	50,49
<i>Fecha de expiración del producto</i>	50	0,04111842	0,54605263	54,61
<i>Semaforización</i>	49	0,04029605	0,58634868	58,63
<i>Exposición del Emprendedor(Técnicas de ventas)</i>	49	0,04029605	0,62664474	62,66
<i>Posee Marca Propia</i>	48	0,03947368	0,66611842	66,61
<i>Evaluación Sensorial</i>	48	0,03947368	0,70559211	70,56

<i>Posee RUC, RISE</i>	47	0,03865132	0,74424342	74,42
<i>Tendencia de uso consumo del producto</i>	47	0,03865132	0,78289474	78,29

Tabla 2. Análisis de Pareto.

## Discusión

Al finalizar la rueda de negocios se obtuvo que de los 74 emprendimientos, solo tres concretaron acciones para su inserción a las cadenas de supermercados. Sesenta refieren posibilidades de entrada siempre que se mejoren algunos aspectos como la estandarización del producto, exigencias del etiquetado, abastecimiento sostenido del producto, entre otros.

El 43% de los productores consideró muy buena la reunión con los representantes de las cadenas de supermercados y un 16% la evaluó de excelente. Por tanto, más del 50% refiere una percepción positiva de la rueda de negocios.

Entre las principales razones que plantearon los participantes de la rueda de negocios para potenciar el evento se encuentran:

- Tener mercados potenciales
- Mejor logística
- Nuevos productos al mercado
- Oportunidad para os productores

No obstante, algunos aspectos refieren ser mejorados. Entre ellos se destacan:

- Capacitar a los productores en términos de mercados, comercialización y requisitos para insertar la oferta de productos en red de supermercados
- Mayor seguimiento y control a las falencias e incumplimientos de los productores con los requisitos evaluados por parte de la Superintendencia de Control de poder de mercado en la zona 3.
- Se precisa disponer de Internet-Wifi en las salas de negocios
- Establecer limite de tiempo y espacios para los encuentros
- Mejorar la organización espacial por secciones
- Los productores continúan con carencia de etiqueta y marca, semaforización, capacidad de producción limitada que dificulta el abastecimiento sostenido al punto de venta.
- Las mayores posibilidades de negocios están en el mercado textil, manufactura, licores y carnes.

## 4. Conclusiones

Todos los participantes tuvieron la oportunidad del acercamiento con los dueños y gerentes de las grandes y medianas cadenas de supermercados para entablar

negociaciones comerciales.

Participaron 110 emprendedores en la rueda de negocios, los cuales sólo un 40% de ellos cuentan con productos que están en condiciones de expendirse en las cadenas de supermercados

Es necesario que los pequeños empresarios, se asocien para lograr incrementar las capacidades productivas, alcanzar calidad en los procesos de producción y establecer correctamente sus finanzas para realizar una negociación acertada en los precios.

En los emprendedores participantes a la Rueda de Negocios se han detectado una indeterminación de costos, débil negociación, packaging inadecuado, pues tan solo 3 productos lograron negociar. Por lo que es necesario realizar un seguimiento a las pequeñas empresas para el fortalecimiento de las organizaciones, vinculando a todas instituciones estatales involucradas en el área productiva.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Superintendencia del Control del Poder de Mercado Zonal 3, por permitir que la academia ESPOCH, se interrelacione directamente con los pequeños productores de la provincia de Chimborazo fortaleciendo la economía solidaria.

## Referencias

1. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria [Página Normativa en Internet], Quito: [actualizada en febrero 17 de 2018; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.seps.gob.ec/documents/20181/25522/Ley%20Orga%CC%81nica%20de%20Economi%CC%81a%20Popular%20y%20Solidaria.pdf/0836bc47-bf63-4aa0-b945-b94479a84ca1>
2. Registro Oficial 697 (2012). Reglamento a la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado. Quito: Ecuador.
3. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria [Página Estadísticas en Internet], Quito: [actualizada en febrero 17 de 2018; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: <https://servicios.seps.gob.ec/gosnf-internet/paginas/consultarOrganizaciones.jsf>
4. Jácome, H. Avances y desafíos de la economía popular y solidaria en el Ecuador. La experiencia de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. Rhon, F. editor. Serie Estudios sobre la Economía Popular y Solidaria Economía Solidaria. Historias y prácticas de su fortalecimiento. Vol 4. Quito: 2016. p. 19-34.
5. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria [Página Principal en Internet], Quito: [actualizada en febrero 17 de 2018; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 7 pantallas]. Disponible en: <http://www.seps.gob.ec/documents/20181/573400/Listado+de+organizaciones+en+liquidacio%CC%81n-20-Dic-2017.pdf/eeaf0c89-03f3-4388-82da-6c7ed27e520f>
6. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [Página Estadísticas en Internet], Quito: [actualizada en diciembre 17 de 2010; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 8 pantallas]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/>



- Resultados-provinciales/chimborazo.pdf
7. Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo [Página Biblioteca Internet], Quito: [actualizada en febrero 17 de 2018; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.planificacion.gob.ec/comite-intersectorial-para-la-erradicacion-de-la-pobreza-designa-nuevo-secretario-tecnico/#>
  8. Sánchez, J. Institucionalidad y políticas para la economía popular y solidaria: balance de la experiencia ecuatoriana. Rhon, F. editor. Serie Estudios sobre la Economía Popular y Solidaria Economía Solidaria. Historias y prácticas de su fortalecimiento. Vol 4. Quito: 2016. p. 35-48.
  9. Boada, J. (Comunicación personal, 28 de abril de 2016) Riobamba: Ecuador
  10. El tiempo. Cómo identificar una oportunidad empresarial [Internet] 2001.[Citado 14 de febrero de 2018]; p. 1. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-674223>
  11. Clavijo, S. La oportunidad de negocios en la base de la pirámide. [Internet] 2010.[Citado 18 de febrero de 2018]; p. 70-72. Disponible en: <http://anif.co/sites/default/files/uploads/Prahalad.pdf>.
  12. Phalarap, C. The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits [Internet] 2004 [Citado 14 de febrero de 2018]; p. 3-5. Disponible en: <https://mercado1marthasandino.files.wordpress.com/2012/03/la-riqueza-en-la-base-de-la-piramide.pdf>
  13. Prahalad, K. [2006], La oportunidad de negocios en la base de la pirámide, Grupo Editorial Norma, Colombia.
  14. Gestipolis. La oportunidad de negocios en la base de la pirámide. Análisis del libro [Internet] 2011.[Citado 14 de febrero de 2018]; p. 1-5. Disponible en: <https://www.gestipolis.com/la-oportunidad-de-negocios-en-la-base-de-la-piramide-analisis-del-libro/>
  15. Escuela de Negocios de la Innovación y los Emprendedores La necesidad: clave para encontrar nuevas oportunidades de negocio [Página Principal en Internet], [actualizada el 27 de febrero de 2014; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <https://www.iebschool.com/blog/oportunidades-de-negocio-creacion-empresas/>
  16. Superintendencia del Control de Poder de Mercado [Página Institución en Internet], [actualizada el 27 de febrero de 2017; acceso 18 de febrero de 2018]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.scpm.gob.ec/es/institucion/nosotros>
  17. Registro Oficial Suplemento 555. [13 de octubre de 2011], Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado.
  18. Registro Oficial 592 (2015). Normas Regulatorias para las Cadenas de Supermercados y sus Proveedores. Quito: Ecuador.
  19. EXPOAGRO 2017. Las ruedas de negocio un espacio fundamental [Internet] 2017.[Citado 14 de febrero de 2018]; p. 1. Disponible en: [https://www.clarin.com/rural/ruedas-negocios-espacio-fundamental\\_0\\_ByncQIL5g.html](https://www.clarin.com/rural/ruedas-negocios-espacio-fundamental_0_ByncQIL5g.html)
  20. Paez, P. Más de mil millones de dólares colocados en las perchas de los supermercados [Internet] 2017.[Citado 14 de febrero de 2018]; p. 1. Disponible en: <http://www.scpm.gob.ec/es/sala-prensa/boletines-prensa/377-boletin-de-prensa-no-101-mas-de-mil-millones-de-dolares-colocados-en-las-perchas-de-los-supermercados>
  21. Burga, E. Rueda de negocios [Internet] 2017.[Citado 19 de febrero de 2018]; p. 1. Disponible en: [http://www.recurssosa.com/Documentos/5\\_2.htm](http://www.recurssosa.com/Documentos/5_2.htm)
  22. Yong, P. Informe SCPM-DZC3-60-2017, Informe de la Rueda de Negocios. 2017. Rueda de Negocios. Abril 2017. Ecuador. Riobamba: 2017.
  23. Resolución N° SCPM-DS-075-2014, Manual de Buenas Prácticas Comerciales para el Sector de los Supermercados y/o Similares y sus Proveedores. Quito: Ecuador
  24. Rodríguez O, Parada G., et al. Evaluación de micro y pequeños emprendimientos de la economía popular y solidaria previo a participar en una Rueda de Negocios. En: ESPOCH, editores. IV Semana De Ciencia Tecnología Emprendimiento E Innovación. 2017. Ecuador.

- Riobamba: 2017.
25. Superintendencia del Control del Poder de Mercado. Alrededor de 100 productores participaron de una rueda de negocios en Riobamba [Internet] 2017.[Citado 14 de febrero de 2018]; p. 1. Disponible en: <http://www.scpm.gob.ec/es/sala-prensa/boletines-prensa/385-boletin-de-prensa-no-109-alrededor-de-100-productores-participaron-de-una-rueda-de-negocios-en-riobamba>

# MERCADEO DE VEHÍCULOS USADOS: ESTRATEGIA DE EMPRENDIMIENTO EMPRESARIAL

## (MARKETING OF USED VEHICLES: BUSINESS ENTREPRENEURSHIP STRATEGY)

Franqui Fernando Esparza Paz <sup>(1)\*</sup>; Aguilar Poaquiza Juan Bladimir <sup>(1)</sup>;  
Cevallos Silva William Patricio <sup>(1)</sup>; Veloz Navarrete Carlos Fernando <sup>(1)</sup>;  
Salazar Tenelanda Marco Vinicio <sup>(1)</sup>

(1) Docentes de la Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\*Correspondencia: Tel.: 0995957469, E-mail: frespaz@yahoo.es (F, Esparza)

### RESUMEN

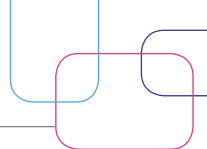
El mercadeo de vehículos usados se ha constituido en una estrategia de emprendimiento empresarial alternativo en el Ecuador debido principalmente a la falta de empleo formal, altos costos de autos nuevos y la baja capacidad económica del mercado para adquirir vehículos nuevos. El objetivo del estudio es presentar un análisis sobre la comercialización de vehículos usados en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, como alternativa de emprendimiento en época de crisis, y medir su impacto en la economía local. La metodología utilizada es descriptiva, cuali-cuantitativa, transversal, con investigación de campo tomando como objeto de estudio a 242 comerciantes que asisten a la feria de vehículos semanalmente, aplicando para el efecto una encuesta previamente estructurada. Los principales resultados indican que la venta de vehículos usados representa el 94% como una opción de emprendimiento. Como conclusión relevante se muestra que esta actividad económica genera importante dinamización de la economía local.

**Palabras claves:** *Mercadeo, estrategia empresarial, emprendimiento, economía local, vehículos usados.*

### ABSTRACT

The marketing of used vehicles has become an alternative entrepreneurial business strategy in Ecuador, mainly due to the lack of formal employment, high costs of new cars and the low economic capacity of the market to acquire new vehicles. The objective of the study is to present an analysis on the commercialization of used vehicles in the city of Riobamba, province of Chimborazo, as an alternative of entrepreneurship in times of crisis, and to measure their impact on the local economy. The methodology used is descriptive, qualitative, quantitative, cross-sectional, with field research taking as a subject of study 242 merchants who attend the vehicle fair weekly, applying for this purpose a previously structured survey. The main results indicate that the sale of used vehicles represents 94% as an option of entrepreneurship. As a relevant conclusion, it is shown that this economic activity generates significant dynamism of the local economy.

**Keywords:** *Marketing, business strategy, entrepreneurship, local economy, used vehicles.*



## 1. Introducción

### 1.1 *El contexto de la economía ecuatoriana y el sector automotriz*

La economía ecuatoriana atravesó en el año 2016 por su peor momento de los últimos 17 años desde que se implementó la dolarización, al registrar un decrecimiento del PIB del 1.7% en relación con el 2015, según las previsiones del Banco Central. Esta recesión económica y las medidas tomadas por el Gobierno en ese contexto han tenido un severo impacto en el sector automotor nacional. Las cifras hablan por sí solas: en relación con el año 2015, en el 2016 se redujo en 22% el volumen de ventas de vehículos nuevos; la producción de vehículos disminuyó en 45%, las importaciones se redujeron en 12%, mientras que las exportaciones cayeron en 78%. En ciertos segmentos, la situación fue extrema: la venta de vehículos de carga de más de 3.5 toneladas tuvo una reducción de 49% y en el caso de tractocamiones la variación fue de -72% (1) (p. 5).

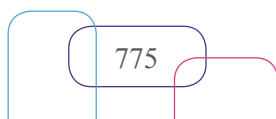
Varios son los factores que han desmejorado la situación económica del Ecuador: el actual contexto del mercado petrolero por la caída del precio del barril de petróleo, el terremoto registrado en la costa ecuatoriana principalmente en las provincias de Esmeraldas y Manabí, la apreciación del dólar frente al euro, la normativa legal del sector, la situación política, los casos de corrupción, la malversación de fondos por parte de funcionarios públicos, entre otros. La situación descrita ha provocado un impacto negativo en los diferentes sectores económicos, en el que se encuentra inmerso el transporte.

### 1.2 *El sector automotriz y el transporte como actividades económicas dinamizadoras*

El sector del transporte se constituye en un elemento fundamental en la economía de los países, pues permite movilizar personas y mercaderías, es un soporte para las actividades agrícolas, la industria, el comercio, la construcción, el turismo, y otros; constituyéndose elementos importantes para el desarrollo y crecimiento de las diversas naciones. De acuerdo a (2), el transporte en el Ecuador es una actividad transversal que atiende a absolutamente todas las actividades económicas de un país. Trasladándole eficiencia o ineficiencia, seguridad o inseguridad, factores que impactan en el costo y la vida de los habitantes, contribuyendo a la competitividad de un país dentro del contexto mundial (p. 90).

La tendencia de la industria automotriz es fluctuante. Su estabilidad obedece a varios factores que no siempre son favorables para los empresarios ni para los clientes (3).

Para (4), el sector automotriz tiene una participación importante en la economía ecuatoriana, debido a los ingresos que genera en todas las actividades económicas



directas e indirectas que involucra, además de su impacto en la generación de empleo en las diferentes partes de su cadena, desde el ensamblaje hasta la distribución y ventas. Esta industria ha impulsado a otras del sector productivo como la siderúrgica, metalúrgica, metalmecánica, minera, petrolera, petroquímica, del plástico, vidrio, electricidad e informática, industrias claves en la fabricación de los vehículos. De este modo, el sector automotriz integra a diferentes actores, tanto para las firmas autopartistas proveedoras de partes y piezas; así como para las ensambladoras que son las firmas que imponen los estándares productivos de la cadena (p. 183).

Según (5) el Instituto Nacional de Estadística y Censos, en 2014 existían 29.068 establecimientos que se dedicaban a actividades relacionadas con el comercio automotor, 70% al mantenimiento y reparación de vehículos; y el 30%, a la venta de partes, piezas y accesorios y venta al por menor de combustibles y vehículos. De acuerdo con el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, Pro Ecuador, la industria automotriz ecuatoriana ha generado gran desarrollo tecnológico en los últimos 30 años. Esto responde a que contribuye al desarrollo nacional con inversiones, capacitación, tecnología y generación de divisas. Cuenta con reconocimientos de altos estándares internacionales, debido a la calidad de sus productos. El sector automotor también es importante para la generación de puestos de trabajo. Según la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo 2016, un total de 4.710 trabajadores tuvieron las 92 firmas de autopartistas. Las 1271 comercializadoras e importadoras emplearon a 13.971 personas, las 81 empresas de carrocías dieron trabajo a 592 empleados, y 3 126 empresas dedicadas a otras actividades del sector automotor generaron empleo para 35.994 ecuatorianos (p. 9).

En (6) citado por (7) afirma que “Las restricciones arancelarias impuestas por el Estado Ecuatoriano han impulsado la venta de vehículos usados, pues los concesionarios de vehículos nuevos no cuentan con el stock adecuado al momento que el cliente lo requiere”. (p. 19). Adicionalmente también manifiesta que el empresario transfiere el costo de importación al consumidor mediante el precio de venta lo que ocasiona un incremento en los precios que no todos los consumidores están dispuestos a pagar, razón por la cual se ha dado un crecimiento sostenible en la comercialización de vehículos usados por sus precios más asequibles. Debe considerarse que mientras el precio de un automotor nuevo aumenta, los vehículos usados también experimentan un incremento en sus precios, por ejemplo, si sube un 10% el valor de un auto nuevo, también el vehículo usado de ese modelo y marca crecerá en el mismo porcentaje (p. 46).

Ante la inminente contracción de sus volúmenes de negocio, varios concesionarios de autos crearon divisiones dedicadas a la compraventa de modelos usados o fortalecieron las que ya manejaban, pues su demanda necesariamente iba a crecer en el corto plazo. Tal es el caso de 1001carros.com, perteneciente al grupo Casabaca, que inició operaciones en el 2012 con su propia razón social, pero con base en los 53 años de experiencia de Casabaca en el sector automotor, y más de

15 en el mercado de autos de segunda mano (8). En referencia a estadísticas la provincia de Chimborazo al año 2014 ocupa el séptimo lugar en cuanto al número de vehículos registrados con el 2,73% en relación al total nacional, con 59.741 vehículos. La antigüedad de vehículos en Chimborazo divide su participación del 50% en relación a autos mayores y menores de 10 años de funcionamiento.

### 1.3 *El marketing o mercadeo empresarial*

De acuerdo con (9) El marketing se ha constituido en un instrumento infalible para que las empresas logren éxito en el mercado globalizado y altamente competitivo, en el que no hay tregua para los competidores (p.15). Dadas las condiciones de alta competencia de los mercados es importante hacer uso de esta importante herramienta empresarial que permite tomar decisiones adecuadas a los empresarios o emprendedores. “El marketing es una especialidad del conocimiento científico que se dedica a investigar las necesidades de los clientes. El uso del marketing constituye una estrategia de promoción de servicios para captar y fidelizar usuarios (10) (p. 50)”. Desde este punto de vista (11) indica que “La función del marketing se ha extendido a todas las organizaciones y empresas, grandes, medianas o pequeñas” (p. 62)

En relación con el tema (12), afirma que “El marketing (...) es el conjunto de actividades destinadas a planificar y coordinar el desempeño de los integrantes de una organización por medio de acciones que promuevan su marca y valores institucionales (...) (p. 87). Con base al criterio de (13) El *marketing* es una ciencia, porque utiliza métodos y técnicas para obtener objetivos planteados que buscan satisfacción de necesidades y deseos de los clientes entregando productos y/o servicios con valor agregado. La definición de *marketing* se basa en las siguientes palabras claves: necesidades/deseos, oferta/demanda, producto/satisfacción, intercambio/mercado; esto genera valor (p. 19). Las empresas se constituyen en unidades económicas que mediante la combinación y uso de recursos se dedican a la producción de bienes y/o servicios, con el objetivo de obtener utilidad en sus transacciones, de tal manera que esta utilidad se demuestre que sea rentable, satisfaciendo las necesidades del consumidor.

En el caso del mercadeo de vehículos usados se constituye una transacción de comercio; por ello es importante que en el desarrollo de esta actividad comercial se utilice la disciplina del marketing o mercadeo como una herramienta de apoyo para el comerciante o emprendedor de vehículos usados, que le permita obtener importantes resultados en su actividad emprendedora como alternativa empresarial. Con base en lo dicho anteriormente (14), en relación a los objetivos del marketing afirma que “dentro de los objetivos del área de marketing es necesario definir lo que se desea lograr con el producto o servicio en términos de venta, distribución o posicionamiento en el mercado. Se debe tener en cuenta el área y segmento de mercado en que se piensa incursionar (...)” (p. 80)

#### *1.4 La cultura del emprendimiento y espíritu emprendedor en el sector empresarial*

Siendo la venta de vehículos y principalmente de autos usados un importante segmento de la economía, se constituye en una alternativa de negocio y emprendimiento empresarial en época de crisis. De acuerdo con (15) se entiende por emprendimientos unipersonales al conjunto de personas o grupos de personas que realizan actividades económicas de producción, comercialización de bienes o prestación de servicios en pequeña escala efectuadas por trabajadores autónomos o pequeños núcleos familiares, organizadas como sociedades de hecho con el objeto de satisfacer necesidades, a partir de la generación de ingresos e intercambio de bienes y servicios.

Para ello generan trabajo y empleo entre sus integrantes (p. 110).

Con base en (16) Los emprendimientos son un motor fundamental para la economía ecuatoriana, por lo que la adecuada gestión administrativa que se proponga para estos, permite aplicar acciones en relación a los modelos de trabajo, herramientas y mecanismos de gestión empresarial (p. 405). La realización y ejecución de emprendimientos abarca acciones positivas de quien lo establece, como lo confirma en su estudio (17), es indispensable la ejecución de actividades prácticas y vivenciales, de tal manera que se plasme en realidad propia de cada individuo la motivación para crear una nueva actividad en cualquier ámbito: artístico, cultural, deportivo, social, religioso, político, empresarial, etc. (p. 12). En relación con (18), el emprendimiento se indica que es un término de moda. En la situación actual de crisis económica y altos niveles de desempleo, emprender aparece como una solución a los problemas tanto desde las perspectivas de las personas individuales (como una solución de autoempleo o de iniciar un proyecto alternativo a trabajar por cuenta ajena) como desde la perspectiva general, ya que un nuevo tejido empresarial supone nuevos puestos de trabajo, crecimiento, dinamismo en la economía, etc. (p. 129).

“En la actualidad encontrar un empleo se vuelve cada vez más complejo y sobre todo ante un mercado laboral que no se encuentra en las mejores condiciones de desarrollo” (19) (p. 29). Es aquí en donde surge la necesidad de que se considere el mercadeo de vehículos usados como alternativa de emprendimiento empresarial. Sobre esa base y de acuerdo con (20) en el entorno actual, caracterizado por la globalización y el cambio, se está haciendo un énfasis cada vez mayor a nivel mundial en la importancia del emprendimiento para el desarrollo económico y social (p. 310). En este contexto tanto el empresario como el emprendedor juega un rol muy fundamental en la generación de empresas naturales o jurídicas.

En relación a lo que manifiesta (21) El empresario explota negocios, oportunidades y mercados ya conocidos que le brindan cierta seguridad sobre el riesgo económico que asume y en muchos casos su principal rol en la empresa es ser capitalista de la misma delegando el mando administrativo y del sistema



productivo en subordinados, estructuras y procesos, mientras el entrepreneurship tiene una aguda sensibilidad económica para identificar oportunidades nuevas de mercado, buscando atender al consumidor en sus deseos de nuevos productos y/o servicios como el satisfacer su realización personal y profesional y en muchos casos cumpliendo varias tareas administrativas y de producción a la vez, dentro de la empresa. Para un Entrepreneurship, un buen negocio es aquel que satisface al consumidor y también a él mismo (p. 243).

En el ámbito empresarial el emprendedor y empresario deben poseer ciertas cualidades fundamentales para desarrollar sus actividades económicas, una de ellas es la cultura del emprendimiento y espíritu emprendedor. Desde este punto de vista y como lo indica en su investigación (22), el tomar decisiones, asumir riesgos y ver oportunidades de negocio donde otros no las ven proyecta el liderazgo, la independencia de la persona que emprende un negocio, las mismas que deben ir acompañadas de disciplina, confianza en sí mismo y afán de servicio y de satisfacer necesidades insatisfechas (p. 27).

El empresario o emprendedor es la persona que debe desarrollar la cultura emprendedora para ejecutar las acciones de su actividad económica, es un individuo con ciertas cualidades y valores entre otros: visión, creativo, disciplinado, independiente, entusiasta, con dotes de liderazgo, debe poner pasión en las cosas que hace, ser responsable y honesto. Por tanto que significa cultura de emprendimiento ?. La cultura emprendedora de acuerdo a (23) “implica la edificación, comportamientos individuales afines a las acciones colectivas que simbolicen la construcción de tareas innovadoras que generen bienes y servicios con un sentido lucrativo o no” (p. 36). Para (24) “La cultura empresarial propiamente dicha se manifiesta por la inculcación y la incorporación de diferentes valores y competencias propias al sector privado (p. 198). La diferencia entre empresario y emprendedor es un concepto a menudo discutido debido al desarrollo de dichos papeles en un entorno económico y empresarial cambiante y en constante evolución hasta la fecha (25) (p. 2). En el ámbito del emprendimiento empresarial es importante desarrollar el concepto de emprendedor. En relación con la temática (26) manifiesta que “Un emprendedor es una persona que detecta una oportunidad y crea una organización para encararla. El proceso emprendedor comprende todas las actividades relacionadas con detectar oportunidades y crear organizaciones para concretarlas” (p. 17).

### *1.5 Estrategias empresariales*

Los negocios de personas naturales o jurídicas para desarrollar sus actividades económicas, ser productivas, rentables, competitivas y mantenerse en el mercado globalizado, de alta competencia deben hacer uso de la ciencia de la mercadotecnia o marketing. El mercadeo al ser una disciplina científica está compuesta por un conjunto de elementos y acciones que son ineludibles para desarrollar el proceso de intercambio de bienes y/o servicios para satisfacer las necesidades de los

clientes y consumidores; esta agrupación de componentes corresponde a las estrategias de marketing, también conocidas como estrategias de mercadeo o de mercadotecnia.

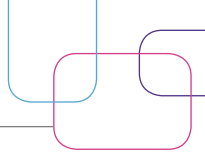
Con base en lo expuesto anteriormente (27) confirma que la estrategia es el mecanismo utilizado para el logro de los objetivos propuestos por el departamento de marketing, para posicionar, productos, diversificar el mercado, etc. (p. 61). De acuerdo con (28), la selección de la estrategia de marketing supone la definición de la manera de alcanzar los objetivos de marketing establecidos. Esta decisión comportará la implementación de un conjunto de acciones (las 4 Pes) que la hagan posible en un horizonte temporal y un presupuesto concreto. A continuación se presentan las principales tipologías de estrategias de marketing a considerar por la empresa: estrategias de crecimiento, estrategias competitivas y estrategias según la ventaja competitiva (p. 43). Finalmente se puede explicar en relación a (29), que a fin de desarrollar una estrategia de comercialización, se deberán analizar el mercado y los clientes potenciales. La comercialización se centra más en el cliente que en el producto. Esto supone que deben analizarse las necesidades del cliente en vistas a segmentar el mercado con esta base. Luego sigue la identificación de clientes idóneos mediante un mix comercial dirigido al segmento específico. Esto posiciona a los productos en el mercado, a partir del conocimiento de las necesidades, actitudes y conducta del cliente. El análisis del mercado y la estrategia son una parte importante del plan de comercialización (p. 115)

### *1.6 Objetivo de la investigación*

El objetivo del artículo científico es realizar un análisis del mercadeo y comercialización de vehículos usados en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, como alternativa de emprendimiento empresarial en época de crisis, para conocer el impacto que esta actividad genera en la economía local, en cuanto a generación de empleo directo e indirecto, redistribución de la riqueza, aporte a la generación de impuestos, entre otros.

## **2. Materiales y métodos**

La investigación se realizó en la feria de autos que se realiza los días sábados durante todo el año, ubicada en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, en la avenida Simón Bolívar y calle Bolívar Bonilla; donde se comercializa vehículos usados de diferentes tipos, modelos y marcas. La investigación es descriptiva, que se fundamenta en analizar el mercadeo de vehículos usados, conocer su funcionamiento y comercialización, determinar el aporte a la economía local. Se procedió luego al estudio de campo, basado en la recopilación de información a comerciantes de vehículos, mediante encuestas previamente estructuradas. La encuesta se estructuró en preguntas abiertas y cerradas.



La población de estudio comprendió el total de comerciantes que visitan la feria de vehículos en Riobamba, de acuerdo a una observación realizada la cantidad de comerciantes que asisten a la feria los días sábados da un total aproximado de 600 personas cada semana. La población seleccionada como objeto de estudio de la investigación se constituyó en compradores y vendedores, siendo esta su principal actividad comercial y además son expertos en el tema de comercialización de vehículos usados.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula de (30), obtenida de un universo de 600 comerciantes que realizan la actividad de forma semanal, bajo un error muestral del 5%, un nivel de confianza del 95%,  $Z=1,96$  y  $P=Q=0,50$ . Consiguientemente se efectuaron 242 encuestas a comerciantes.

Las encuestas fueron aplicadas en el mes de julio del año 2017, posteriormente se procedió a realizar las respectivas tabulaciones, para poder obtener los resultados de dicha investigación utilizando el programa estadístico SPSS versión 20.

### 3. Resultados y Discusión

#### Resultados

A la feria de autos de Riobamba asisten más comerciantes de género masculino representando un 82% de la población encuestada, la diferencia (18%) corresponde al género femenino.

Como se puede observar en el gráfico 1, la edad promedio de los comerciantes que asisten a la feria mencionada es de 26 a 35 años (39%), el 22% representa edades entre 36 y 45 años.

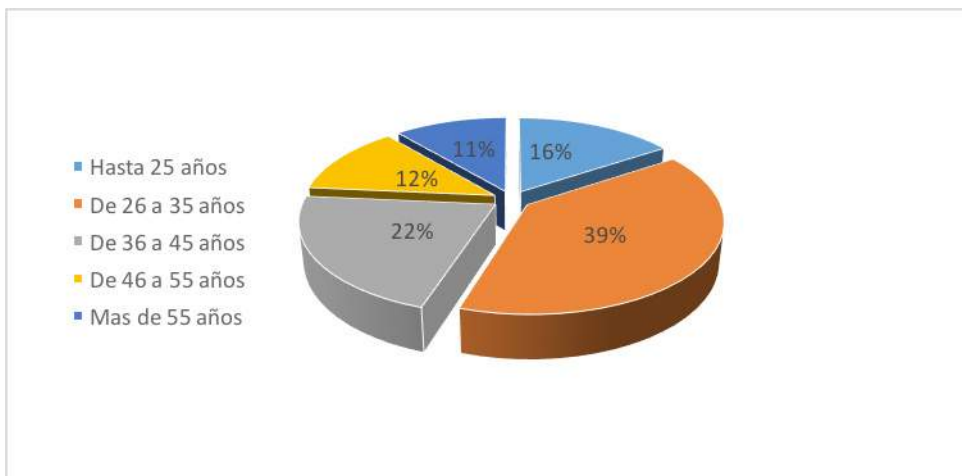


Fig.1: Edad del encuestado

Los lugares de procedencia de los comerciantes, se destacan tres provincias Chimborazo representa el 50%, seguido por Cotopaxi con un 20% y Tungurahua con un 16%

Provincia	Comerciantes	%
Esmeraldas	3	1,24
Manabí	1	0,41
Guayas	3	1,24
El oro	3	1,24
Carchi	3	1,24
Santo Domingo	1	0,41
Pichincha	3	1,24
Cotopaxi	49	20,25
Tungurahua	39	16,12
Chimborazo	120	49,59
Bolívar	6	2,48
Cañar	5	2,07
Loja	1	0,41
Pastaza	5	2,07
<b>Total</b>	<b>242</b>	<b>100</b>

Tabla 1: Lugar de procedencia de los comerciantes

El 49% de los comerciantes investigados poseen instrucción secundaria, el 35% formación superior, la diferencia está entre los niveles primario y posgrado.

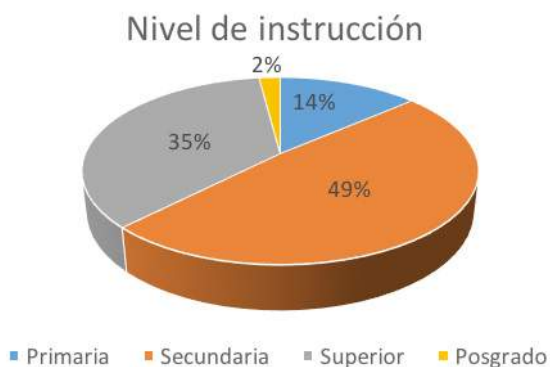


Fig. 2: Nivel de instrucción

Se ha determinado que el 59% de los comerciantes compran vehículos por motivos de trabajo, la diferencia se encuentra repartida entre la comodidad 25% y el precio que es el 16%.

En las figuras 3 y 4 se da a conocer que el volumen de ventas de vehículos y sus precios de mercado en la ciudad de Riobamba se ha mantenido, según la opinión de los comerciantes.



Fig. 3: Volumen en ventas



Fig. 4: Nivel de precio

Las provincias que promueven la economía del sector automotriz en cuanto a comercialización de autos usados son Tungurahua que representa un 69%, Pichincha con el 21%, Chimborazo con el 8% y, por último Azuay (2%).

El medio tecnológico que más utilizan los comerciantes para poder comercializar sus vehículos es Olx que representa el 38%. El mercado libre es otro medio importante (19%).

En la tabla 2 se observa los medios tecnológicos utilizados.

Medios tecnológicos	Respuestas	%
Facebook	24	9,92
Olx	91	37,60
Mercado libre	45	18,60
Internet	12	4,96
Twitter	2	0,83
WhatsApp	4	1,65
No utiliza medio tecnológico	64	26,45
Total	242	100

Tabla 2: Medios tecnológicos utilizados para la comercialización

El documento que considera los comerciantes necesarios para formalizar la compra y venta de vehículos es el contrato notariado, esto representa el 62% de la población encuestada.

Según la opinión de los comerciantes los vehículos que más se comercializan en la feria de autos de Riobamba son camionetas que representa un total del 62% y la diferencia está en los automóviles que significa el 38%.

En el gráfico 5 se visualiza el color preferido de los comerciantes al momento de adquirir un vehículo, siendo el rojo que representa el 59%, seguido por el color vino y blanco con el 16% y 12% respectivamente.

Otros resultados relevantes obtenidos por la aplicación de la encuesta se presentan a continuación:

La marca de mayor circulación en la feria de vehículos en Riobamba según los comerciantes es Chevrolet que representa el 52%, seguido por otras marcas como: Toyota (27%), Hyundai (11%), Mazda y Nissan con un menor porcentaje.

La modalidad de pago que prefieren los comerciantes al momento de adquirir un vehículo es efectivo que representa un 54%, seguido por transferencia bancaria que equivale al 34%.

El 97% de la población está de acuerdo con el día establecido para la realización de la feria en la ciudad de Riobamba. Esto es el día sábado.

El 88% de comerciantes que asisten a la feria de Riobamba, visitan otra feria como de la ciudad de Ambato (Tungurahua) y la diferencia está entre las ciudades de Quito con el 8% y Cuenca con 4%.

El 72% de los comerciantes mencionan que los servicios disponibles en la feria de autos es la de alimentación, seguido por espacios físicos con el 19%, con menor importancia: baterías sanitarias, seguridad policial y centros de cómputo.

Los mecanismos de seguridad que utilizan los comerciantes al momento de adquirir un vehículo es verificar la matrícula original del automotor que representa al 62%, también se fijan en revisar archivos de la policía nacional (27%).

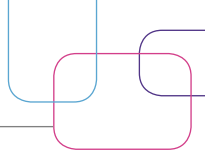
Los aspectos más importantes que son considerados por los comerciantes al momento de adquirir los vehículos son el estado del motor del auto y la carrocería, que representan el 84% y 11% respectivamente.

La mayoría de comerciantes venden entre 0 a 3 vehículos de forma mensual, representando el 96%.

El precio promedio de los vehículos que se comercializan en la feria de autos, están las camionetas entre 15000 dólares (96%) y los automóviles en 10000 dólares (83%).

## **Discusión**

Como lo indica el Anuario de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE (2016), El transporte es una necesidad clave para el desarrollo. No solo facilita la movilidad de la sociedad, sino que es esencial en el crecimiento del sector productivo. Aporta a la agricultura, industrias, comercio y bienes de consumo, a las exportaciones, a la construcción, entre otros. (p. 9).



En cuanto a los resultados de la investigación de campo, existe un alto porcentaje de varones que trabajan en esta actividad, por ser una fuente alterna de ingresos económicos y como cabeza de hogar. La población que se dedica a esta actividad económica es joven que busca como origen de ingresos una alternativa al emprendimiento en venta de vehículos. Un porcentaje importante de comerciantes poseen instrucción secundaria y superior, debido a la falta de empleo formal en los diferentes sectores económicos toman la venta de vehículos como mecanismo para registrar un trabajo digno y que le genere resultados favorables.

Se comercializan en gran medida camionetas por ser vehículos para trabajo, en menor escala automóviles, la gente busca como herramienta de trabajo una camioneta, para desarrollar ciertas tareas; en cuanto a volumen de vehículos negociados y precios se mantiene la tendencia. Los colores preferidos en los dos tipos de vehículos son el rojo, vino y blanco.

Los comerciantes al poseer formación académica secundaria y universitaria utilizan en sus transacciones comerciales diversos medios tecnológicos como OLX, mercado libre e internet, lo que ayuda a agilizar los procesos de compra venta. El medio de pago en efectivo es el más utilizado al igual que las transferencias bancarias.

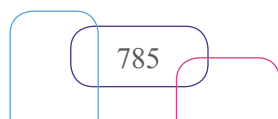
En el momento de realizar la compra de los vehículos, los comerciantes se preocupan en primera instancia de revisar la matricula original, así como examinar los archivos de la Policía Nacional. Un aspecto muy importante es la revisión del estado del motor del vehículo y la carrocería cuando se adquiere un vehículo, esto garantiza en gran medida que se realice una compra óptima.

En cuanto al número de vehículos tanto camionetas como automóviles se comercializan en promedio 3 vehículos mensuales, a precios de 15.000 dólares y 10.000 dólares respectivamente, si se realiza una operación matemática en forma anual se generaría alrededor de 45 millones de dólares, lo que moviliza la utilización de diferentes actividades como empleo, servicios básicos, pago de impuestos, almacenes de repuestos, talleres mecánicos, entre otros.

#### **4. Conclusiones**

El sector del transporte representa un factor importante en la economía del país, la provincia y la ciudad, debido a que permite movilizar a las personas y mercaderías, lo cual ayuda al crecimiento, fortalecimiento, desarrollo y progreso de las diversas localidades.

La actividad del transporte a nivel general en los últimos años se ha incrementado de forma notable, han aumentado los patios de venta de autos de concesionarios nacionales, por cuanto la venta de vehículos usados presenta una ventaja que es el factor precio más económico que los nuevos. Las personas pueden adquirir con mayor facilidad por cuanto el nivel de ingresos juega un rol importante.





Como conclusión final y relevante se muestra que la actividad económica del sector automotriz en general y la comercialización de vehículos usados en particular, generan importante dinamización de la economía local, mediante el comercio y negocio de ventas de partes, piezas y repuestos, talleres de servicio mecánico, lavadoras, lubricadoras, notarias para trámites, entre otros.

## Agradecimiento

Los autores de la presente investigación dejamos constancia de agradecimiento a los estudiantes: Ivanova Guano, Vanessa Berrones y Wellington Berrones, estudiantes de la carrera de Administración de Empresas, Facultad de Administración de Empresas, ESPOCH, por su apoyo en la recopilación y tabulación de la información.

## Referencias

1. Asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEADE), Quito, anuario 2016. Recuperado de: <http://www.aeade.net/anuario-2016/anuario2016.pdf>
2. Asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEADE), Quito, anuario 2014. Recuperado de: <http://aeade.net/wp-content/uploads/2016/11/ANUARIO-2014.pdf>
3. Parra, P. & Castellanos W. (2015). El negocio de autos usados, víctima del efecto dominó. *Gestión*, 48-51.
4. Valle, A., Morales, L., & Fonseca, Z. (2016). Estrategias organizacionales y la rentabilidad en empresas del sector automotriz de la zona central del Ecuador. *Revista Eniac Pesquisa*. 5 (2). pp. 181-192. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5767779>
5. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
6. Salinas, C. (2015) Identificación de factores determinantes para el crecimiento en la venta de vehículos usados de la ciudad de Guayaquil y factibilidad de propuesta de negocio (Tesis de Administración de Empresas). Recuperada de Repositorio digital de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil (Núm. 123456789/3182).
7. Quimbita, R (2016). Análisis del mercado de vehículos usados y su comercialización en el Distrito Metropolitano de Quito considerando la asimetría de información entre compradores y vendedores (Tesis de economía). Recuperada de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11507/Asimetr%C3%ADa%20de%20informaci%C3%B3n%20en%20la%20comercializaci%C3%B3n%20de%20veh%C3%ADculos%20usados.pdf?sequence=1>
8. Carburando (2015, noviembre, 13) Un negocio atractivo para los concesionarios. *El Comercio*, Ecuador. Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/deportes/carburando-negocio-atractivo-concesionarios-usados.html>
9. Peralta, G. & Linares, J. (2013). Las estrategias de marketing y los niveles de participación de mercado de las universidades 2010. *Revista In Crescendo*. Vol. 4, N° 1. pp. 15-22.
10. Disponible en: <http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/18>
11. Oyarzún, C., Soto, R., y Moreno, K. (2017). Mercado escolar, marketing y segregación: Un estudio exploratorio sobre el uso de publicidad en escuelas de Santiago de Chile. Chile, *Revista Educación, Política y Sociedad*, No. 2(2), pp. 50-68.
12. Andrade, D. (2016). Estrategias de marketing digital en la promoción de Marca Ciudad. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 80, pp. 59-72, doi: 20645903005

13. Lozano, M. (2016). El marketing interno como proceso de aprendizaje organizacional. *Revista Internacional Administración & Finanzas*. Vol. 9, No. 2, pp. 87-97. Recuperado de: <https://goo.gl/fyUJHy>
14. Vallejo, L. (2016). *Marketing en productos y servicios*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Instituto de Investigaciones, 140 p. vol. 17. ISBN 978-9942-14-323-5.
15. Chiriboga, L. (2014). *Diccionario Financiero y de Economía Popular y Solidaria*. Quito Ecuador: Imprefepp
16. Alcaraz, R. (2011). *El emprendedor de éxito*. 4ª. Edición. México D.F.: Mc Graw-Hill
17. Rodríguez, M., Guerra, C., Chicaiza, V., & Delgado, C. (2017). Fuentes de financiamiento preferenciales de emprendimientos adscritos a la economía popular y solidaria en Riobamba. Libro de memorias I Congreso Científico Internacional de Ciencias Administrativas y Financieras FADE 2017, pp. 404-415. ISBN 978-99428697-0-8.
18. Ministerio de Educación del Ecuador (2016). *Emprendimiento y gestión*. Bachillerato General Unificado. Quito: Maya Educación.
19. González, V. (2012). Juventud y emprendimiento en tecnología. *Revista de Estudios de Juventud*. Juventud y emprendimiento. Una oportunidad en tiempo de crisis. 99, pp. 129-143.
20. Hernández, C., & Arano, M. (2015). El desarrollo de la cultura emprendedora en estudiantes universitarios para el fortalecimiento de la visión empresarial. *Revista Ciencia Administrativa*. 1, pp. 28-37.
21. Belalcázar, A., (2015). Antecedentes y sugerencias para un desarrollo significativo y formativo del emprendimiento en las instituciones educativas. *Memorias del 3er Congreso Internacional de Emprendimiento*, Madrid, pp. 309-326.
22. Peñaherrera, M., & Cobos, F. (2012). La creatividad y el emprendimiento en tiempo de crisis. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficiencia y Cambio en Educación*. 10 (2). pp. 238-247.
23. Vallejo, L. (2016). *Guía práctica de emprendimientos*. Tomo 1. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Instituto de Investigaciones, 112 p. vol. 17. ISBN 978-9942-14-340-2.
24. Espíritu, R., González, R., & Alcaraz, E. (2012). Desarrollo de competencias emprendedoras: Un análisis explicativo con estudiantes universitarios. *Cuadernos de Estudios Empresariales*. 22, pp. 29-53.
25. García, D. (2013). Aportaciones para el análisis de la cultura empresarial en la universidad Mexicana. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 18 (56). pp. 191-221.
26. Lozano, L., & Espinoza, M. (2016). Espíritu emprendedor: actitud de cambio para la innovación y emprendimiento. *Revista Journal of Science and Research: revista ciencia e investigación*, vol. 1, no. 4, octubre - diciembre, pp. 31-35.
27. Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de San Martín de Porras, (2017). *Unidad Académica de Estudios Generales. Módulo Emprendimiento*. Ciudad Universitaria. Lima-Perú.
28. Galindo, C. (2011). *Formulación y evaluación de Planes de Negocio*. 1ª. Edición. Bogotá: Ediciones de la U.
29. Monferrer, D. (2013). *Fundamentos de Marketing*. 1ª. Edición. Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions. Departament de Ciències Jurídiques i Econòmiques.
30. Friend, G., & Zehle, S. (2008). *Como diseñar un plan de negocios*. 1ª. Edición. Buenos Aires: Cuatro Media.
31. Vara-Horna, Aristides (2012). *Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales*. Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. Lima.

# POSICIÓN DEL USUARIO EN EL CONSUMO DE LECHE DE GANADO VACUNO, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(POSITION OF THE USER IN THE CONSUMPTION OF MILK OF  
LIVESTOCK VACUNO, CANTON RIOBAMBA,  
PROVINCE OF CHIMBORAZO)

Jorge Antonio Vasco Vasco<sup>(1)\*</sup>, Diego Marcelo Almeida López<sup>(2)</sup>,  
Cecilia Alexandra Santillán Obando<sup>(3)</sup>, Cristian Oswaldo Guerra Flores<sup>(4)</sup>,  
Ana Belén Segura Fonseca<sup>(5)</sup>, Fanny Patricia Parra Freire<sup>(6)</sup>

(1)(2)(3)(4) Grupo de Investigación Innova MKT, Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

(5) Dpto. Administrativo. Facultad de Ciencias de la Salud,  
Universidad Nacional de Chimborazo

(6) Instituto de Postgrado y Educación Continua,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

\*Correspondencia: Tel.: 0995275001,  
E-mail: jorgev1209@gmail.com (JA, Vasco Vasco)

## RESUMEN

Este proyecto investigativo se realizó con el fin de evaluar la posición del usuario en el consumo de leche de ganado vacuno en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, mediante este análisis se identificó el problema de estudio denotándose así el notorio bajo consumo de leche. Con respecto a las Influencias Externas que reducen el consumo los hallazgos más importantes fueron que el 42% de los encuestados afirman que realizan la compra de este producto en las tiendas de barrio, el 77% manifiestan que la tendencia socio cultural si afecta en el consumo de leche; y que los factores de decisión de compra y consumo son la calidad, la salud y el precio, el 38% el producto que sustituye a la leche de vaca es el jugo; un 46% no consume leche por restricción médica. La sociedad Riobambeña es muy tradicionalista y el consumo de leche es parte de su cotidianidad. Es así que la posición del consumidor depende de factores intrínsecos que determinaran en un futuro una decisión de compra, por lo que la investigación facilitara una interacción mejor con el usuario de tal manera que mejore su comunicación y experiencia.

**Palabras claves:** *Impacto socioeconomico, comportamiento del consumidor, calidad, precio, salud.*

## ABSTRACT

This research project was carried out in order to evaluate the user's position in milk consumption of cattle in Riobamba canton, province of Chimborazo, through this analysis the study problem was identified, thus denoting the notorious low milk consumption. With regard to External Influences: the most important findings were: 42% of the research participants state that they buy this product in neighborhood stores, 77% of respondents state that the socio-cultural trend does

affect in milk consumption; and that the decision factors of purchase and consumption are quality, health and price, 38% the product that replaces cow's milk is juice; 46% do not consume milk due to medical restriction. The Riobambeña society is very traditional and the consumption of milk is part of their daily life. Thus, the consumer's position depends on intrinsic factors that will determine a purchase decision in the future, so the research will facilitate a better interaction with the user in a way that improves their communication and experience.

**Key words:** *socioeconomic impact, consumer behavior, quality, price, health.*

## 1. Introducción

El analizar el Comportamiento del Consumidor de cualquier producto o servicio a nivel de consumo representa ver la forma en la que la mente absorbe, rechaza o cataloga la información. La manera en la que funciona el proceso inicia en que existe una carencia y es reconocido por el individuo, lo que le conlleva a la búsqueda de alternativas para satisfacer esa carencia, esto culmina con la decisión de compra y la evaluación del proceso.

Para el marketing es importante tanto el consumidor como el mercado ya que depende del comportamiento de cada uno para la empresa defina sus objetivos y ponga en marcha sus estrategias.

En virtud a lo mencionado, la presente investigación señala la posición del usuario y el Comportamiento de los Consumidores de Leche de Ganado Vacuno en el Cantón Riobamba. Provincia de Chimborazo, la misma que tiene como objetivo principal determinar las causas del bajo consumo de leche vacuna en la ciudad de Riobamba en los últimos años, para con los resultados establecer estrategias de marketing encaminadas a resarcir este problema.

El comportamiento del consumidor no solo implica el hecho de comprar artículos, sino que también abarca el estudio de como el hecho de tener (o no tener) bienes afecta nuestras vidas, y como nuestras posesiones influyen en los sentimientos que tenemos hacia nosotros mismos y hacia los demás. El comportamiento como el individuo conlleva una integridad de emociones, sentimientos, experiencias y decisiones para finalmente generar una compra. (1)

El comportamiento del consumidor entraña intercambios entre seres humanos. En otras palabras, las personas entregan algo de valor a otras y reciben algo más a cambio. Gran parte del comportamiento de los consumidores consiste en que las personas entreguen dinero y otros bienes para obtener productos y servicios, es decir, intercambios entre compradores (consumidores) y vendedores (mercadólogos). De hecho, la función del marketing en la sociedad consiste en ayudar a la creación de intercambios mediante la formulación y aplicación de las estrategias de marketing. (2)

El comportamiento del consumidor como el comportamiento que los consumidores exhiben al buscar, comprar, utilizar, evaluar y desechar productos y servicios que ellos esperan que satisfagan sus necesidades. El comportamiento del consumidor se enfoca en la manera en que los consumidores y las familias o los hogares toman decisiones para gastar sus recursos disponibles (tiempo, dinero, esfuerzo) en artículos relacionados con el consumo. Eso incluye lo que compran, por qué lo compran, cuándo, dónde, con qué frecuencia lo compran, con qué frecuencia lo utilizan, cómo lo evalúan después de la compra, el efecto de estas evaluaciones sobre compras futuras, y cómo lo desechan. (3)

El termino comportamiento del consumidor se define como el comportamiento que los consumidores muestran al buscar, comprar, utilizar, evaluar y desechar los productos y servicios que, consideran, satisfarán sus necesidades. El comportamiento del consumidor se enfoca en la forma en que los individuos toman decisiones para gastar sus recursos disponibles (tiempo, dinero y esfuerzo). (4)

Cuando se conoce al consumidor de manera integral se puede decir que se a viajado a través de su modelo del mundo y se puede saber que necesita este individuo para que tome una decisión acertada de compra, además que este a su vez vaya aprendiendo cada vez que compra y empiece una fidelización.

La segmentación es la identificación de un grupo de consumidores que presumiblemente se comporten de un modo similar ante determinado producto o servicio (5)

La segmentación del mercado es el proceso mediante el cual se divide el mercado en grupos de consumidores con necesidades similares. Estos grupos tienden a responder de maneras semejantes a las características y funciones del producto (6)

La segmentación consiste en la identificación de características similares entre las personas que forman parte de un determinado mercado, para luego agruparlos en lo que se llama segmentos de mercado. (7)

En la segmentación conductual, los compradores se dividen en grupos, con base en su conocimiento de un producto, su actitud hacia él, la forma en que lo usan o la manera en que responden a e. muchos mercadólogos creen que las variables de conducta, ocasiona, beneficios, estatus de usuarios, frecuencia de uso, estatus de lealtad, etapa de preparación del comprador y actitud son los mejores puntos de partida para conseguir segmentos de mercado. (8)

Las variables de posición del usuario o de conducta, como las llaman algunos autores, se refiere básicamente a la actitud, uso y conocimiento del producto, y son las siguientes:

- Frecuencia de uso
- Ocasión de uso

- Tasa de uso
- Lealtad
- Disposición de compra

Frecuencia de uso: Se refiere principalmente a la posición del usuario respecto a la oportunidad con que utiliza o consume el producto o servicio en referencia

Ocasión de uso: Temporalidad de compra del producto, ya sea por costumbre o por la misma temporalidad

Tasa de uso: Clasificación de los consumidores de acuerdo con la cantidad de producto que consumen en un periodo determinado.

Lealtad: Fidelidad que tiene un consumidor para con determinada marca.

Disposición de compra: Actitud de compra del consumidor frente al producto y su disposición de compra (9)

La calidad es algo que va implícito en los genes de la humanidad es la capacidad que tiene el ser humano por hacer bien las cosas. La calidad es un término muy relativo; se pueden hacer muchas definiciones y cada persona puede entenderla de una forma diferente. La calidad es la mayor cantidad de características que posee un producto o servicio y se asocia a un mayor precio. (10)

Consideran la calidad como una cualidad innata, una característica absoluta y universalmente reconocida. Se considera trabajos de gran calidad aquellos que están por encima de las modas, cuya imagen de calidad perduran inamovible en el tiempo. (11)

La calidad es el conjunto de aspectos y características de un producto y servicio que guardan relación con su capacidad para satisfacer las necesidades expresadas o latentes (necesidades que no han sido atendidas por ninguna empresa pero son demandadas por el público) de los clientes. (12)

El precio es la cantidad de unidades monetarias que pagamos a cambio de adquirir un producto o servicio.

El precio en general es una medida cuantitativa, que nos indica el valor de un producto o servicio. No así, para algunos bienes que tienen valores cualitativos, como el aprecio o las consideraciones de otro tipo, como el valor adquirido por ser un único bien producido en el mundo, o algún regalo que provenga de una persona a la cual estimamos mucho.

El precio es la variable del marketing mix, que definitivamente impacta más en las operaciones de captación de efectivo de una compañía, que cualquier otra variable, y por consiguiente en el nivel de utilidades percibidas. (13)

La variable precio se define como el coste que percibe el consumidor necesario para adquirir los productos que le ofrece al mercado y el mismo desea. En el valor monetario del comprador no solo se incluye el precio sino también otro tipo de costes tales como el coste de oportunidades de ir a la tienda a comprar el producto en lugar de invertir ese tiempo en otras cosas (ocio, entre otros), los costes de desplazamiento y otros costes adicionales como puede ser las bolsas, entre otros. (14)

El precio percibido debería reflejar el valor que el cliente recibe por la compra. La percepción que el consumidor tenga acerca de un precio considerándolo alto, bajo o justo influye poderosamente tanto en sus intenciones de consumo como en su satisfacción con la compra.

Por ejemplo, considere la percepción de un precio justo. Los clientes suelen poner atención en los precios que pagan otros consumidores (como los adultos mayores, los viajeros frecuentes, los miembros de clubes de afinidad) y a veces las estrategias de precios diferenciales que aplican algunos mercadólogos son percibidas como injustas por los consumidores que no tienen derecho a esos precios especiales. Nadie se siente a gusto al saber que por un boleto de avión o una entrada al cine está pagando el doble que el individuo que ocupa la butaca de al lado. Las percepciones de iniquidad en los precios afectan las percepciones de los consumidores sobre el valor del producto y, en última instancia, su voluntad de realizar sus compras en una tienda o de usar un servicio. Una investigación reciente demostró que la percepción de un precio justo influye significativamente en la satisfacción del cliente; y también que los comerciantes deberían evitar aprovecharse de los consumidores y, además, anticipar posibles sentimientos por parte de los clientes de que se están aprovechando de ellos. (15)

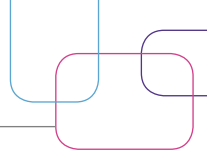
La salud es el grado en que una persona o grupo es capaz de realizar sus aspiraciones y satisfacer sus necesidades y enfrentarse adecuadamente al ambiente. La salud, por lo tanto, debe considerarse como un recurso más de la vida cotidiana y no como un objetivo en la vida. (16)

La salud es una medida de una escala que indica un peor o mejor funcionamiento de los sistemas orgánicos, que puede determinarse como ayuda de diferentes test. (17)

La salud debe entenderse como un estado que siempre es posible de mejorar y que implica considerar la totalidad de los individuos, relacionados entre sí y con el medio ambiental en que viven y trabajan. (18)

La cultura humana, tomada en su conjunto, puede ser descrita como el proceso del progresivo auto liberación del hombre. El lenguaje, el arte, la religión, la ciencia constituyen las varias fases de este proceso. (19)





La cultura aparece definida de modo general como el conjunto de valores y formas de vida materiales y espirituales de un grupo. Obtenemos así la idea de cultura como algo aplicable a reuniones de personas y que implica la existencia de elementos positivos relacionados con la determinada manera de vivir. (20)

La cultura es el modo del que se sirve los seres humanos para situarse en el mundo, es el conjunto de rasgos en permanente elaboración que caracterizan a una comunidad y la diferencian de otros colectivos y sociedades, es el modo de vida de las personas y de los pueblos, cuyas identidades se construyen mediante ideas, idiomas, instituciones, servicios y sentimientos. (21)

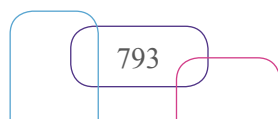
Muchos de los factores mencionados anteriormente han sido manejados en los últimos años de manera inadecuada, se ha generado en los consumidores de la leche de ganado vacuno temor, incertidumbre, miedo, creencias acerca de su consumo, por lo que en la investigación luego de analizar cada uno de las variables que producen esta deficiente comunicación se desarrollaron estrategias de marketing para mejorar su consumo.

Muchas de las teorías iniciales sobre el comportamiento del consumidor se basaron en la teoría económica, es decir, en la noción de que los individuos actúan racionalmente para maximizar sus beneficios (satisfacciones) en la compra de bienes y servicios. Investigaciones posteriores revelaron que los consumidores también son proclives a realizar compras por impulso, y a dejarse influir no sólo por familiares y amigos, anunciantes y modelos de roles, sino también por su estado de ánimo, la situación y sus emociones. Todos esos factores se combinan para construir un modelo integral del comportamiento del consumidor, que refleje tanto los aspectos cognitivos como emocionales en la toma de decisiones del consumidor. (22)

El estudio del comportamiento del consumidor permite que los mercadólogos entiendan y prevean los hábitos del consumidor en el mercado; no sólo se ocupa de lo que compran los individuos sino también de por qué, cuándo, dónde, cómo y con qué frecuencia lo hacen. La investigación acerca del consumidor constituye la metodología usada para estudiar el comportamiento del mismo; se realiza en todas las fases del proceso de consumo: antes, durante y después de la compra. (23)

Los consumidores deben interpretar o dar sentido a la información del ambiente circundante. En el proceso, crean nuevos conocimientos, significados y creencias respecto del ambiente y su lugar en él. Los procesos de interpretación requieren la exposición a información y abarcan dos procesos cognitivos relacionados: la atención y la comprensión. La atención rige la forma en que los consumidores eligen qué información interpretan y de cuál otra hacen caso omiso. (24)

La utilización de poder predictivo de los criterios del comportamiento de compra, la segmentación en la medición de su valor relacional específico permite identifi-



car segmentos con mayor atención sobre la decisión de compra que los criterios generales empleados en la segmentación clásica. (25)

Muchos responsables de marketing consideran que las variables de comportamiento (momento de uso, beneficios buscados, categoría de usuarios, nivel de uso, nivel de lealtad, nivel de inclinación a la compra y actitud) son el mejor punto de partida para llevar a cabo una segmentación de mercados exitosa. Esto se debe a que, en comparación con los otros tipos de segmentación analizados, la segmentación comportamental es la que está más relacionada con las necesidades de los consumidores. (26)

Los individuos son el producto de su cultura y sus agrupaciones sociales; por lo tanto, están condicionados por un entorno cultural definido para actuar en la forma allí establecida por todos, aceptada y ampliamente compartida. Estructura social que a través de las constantes interacciones establece los valores que determinan el comportamiento del consumidor. (27)

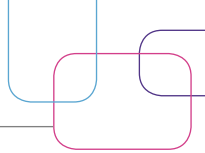
La cultura no es heredada, es transmitida; se deriva de nuestro entorno social, no de nuestros genes; su impacto es tan natural y automático que su influencia sobre el comportamiento se da por hecho; la cultura existe para satisfacer las necesidades de la gente dentro de una sociedad, ofrece orden, dirección y guías en todas las fases de la solución de problemas humanos; la cultura debe ser compartida por una porción significativa de la sociedad; la cultura debe evolucionar para poder funcionar para los mejores intereses de una sociedad, a través de la satisfacción de necesidades. (28)

Las subculturas se pueden delimitar por características como: lugar de origen, edad, género, nivel socioeconómico, identidad étnica, religión, nivel de escolaridad, actividades comunes, vestimenta, etc. En nuestro país, incluso, podemos hablar de la subcultura del centro, del sur o del norte. Recordemos que todos los consumidores son simultáneamente miembros de más de un segmento subcultural, lo cual significa que interactúan en una relación dinámica permanente. (29)

Según Freud, cuando la persona envía sus experiencias a la parte inconsciente sus sistemas internos de protección hacen que tomen una decisión, la interrelación entre los pensamientos, recuerdos y emociones generan una decisión. El mercadólogo puede generar estrategias para la comercialización de un producto. Vender productos puede ser de lo más sencillo, pero atacar con efectividad el estilo de pensamiento de los consumidores es el verdadero arte. Se necesita hacer de la mercadotecnia un arte, no una simple técnica. (30)

## 2. Materiales y Métodos

La investigación es no experimental, al no existir la manipulación o variación intencional de las variables independientes, por lo tanto los resultados del compor-



tamiento de los fenómenos que se observan son de manera natural, tal y como se dan. El tipo de diseño no experimental a utilizar en este proyecto es Transversal, cuyo nivel, enfoque o alcance investigativo es descriptivo, debido a que recolecta datos de un solo momento y en un tiempo único. El propósito de este método es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, y examinar cuanto incide y los valores en que se muestra una o más variables. Los diseños de investigación Transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. El propósito es describir sus variables, y considerar su interrelación en un momento dado.

En la investigación se describe la realidad del escenario de consumo de leche; su análisis es cuantitativo, ya que se han establecido mediciones reales, obteniendo datos reales. Además, es una investigación No Experimental, razón por la que ninguna variable es manipulada y los resultados son superficiales.

Se analiza el problema desde su más amplio contexto y va a la búsqueda de sus causas y efectos hasta encontrar soluciones prácticas; y, habiendo identificado las incidencias particulares, encuentra el fundamento teórico que podrá salvarlas en un ámbito general, siendo parte de los hechos o fenómeno para hacer inferencias de carácter general.

La técnica usada para esta investigación es la encuesta, la cual fue aplicada al PEA de la ciudad de Riobamba, con la finalidad de obtener datos relevantes sobre el consumo de leche en esta ciudad.

La técnica de la entrevista personal se aplicará a un médico especialista en enfermedades por falta de calcio, con la finalidad de conocer su apreciación científica en relación al tema de estudio, para ellos se emplea la Guía de entrevista que contiene preguntas directrices. El resultado orienta la construcción de lineamientos internos o intrínsecos del consumidor.

La información de la población se tomó del Censo Económico del año 2010 por parte del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), tomando la cifra de la Población Económicamente Activa (PEA), es decir la que se dedica a trabajar o está ocupada correspondiéndole 70575 habitantes, lo que equivale al 54.7%, con respecto al total de la población del cantón.

Para la investigación se utiliza el método de muestra probabilística Aleatorio Estratificada. En las muestras probabilísticas todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos. Esto se obtiene definiendo las características de la población, el tamaño de la muestra y a través de una selección aleatoria y/o mecánica de las unidades de análisis.

Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación por encuesta en donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población.

La información del muestreo fue codificada en el programa SPSS (Software estadístico), en función de las dimensiones que corresponden; las variables establecidas permiten el cumplimiento del objetivo del instrumento e investigación; que permitirán establecer los coeficientes y pruebas de confiabilidad para determinar la confiabilidad y validez del instrumento, y comprobación de la hipótesis.

El número de casos o individuos encuestados es de 382 que son el 100% de las respuestas que van hacer analizadas en este proceso.

### 3. Resultados y Discusión

La recolección de datos en la investigación de mercados, permiten determinar y comprender la tendencia de los resultados. Encuesta personal: Se realizó durante tres semanas del mes de Octubre, a continuación se refiere los hallazgos predominantes:

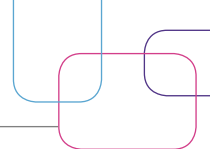
En los datos informativos podemos encontrar que las mujeres son la mayoría de encuestados en la presente investigación con un 62%; el promedio de encuestados está en edad de 17-25 años, el nivel de ingreso familiar de gran parte de los encuestados oscila entre \$600,00 y \$1000,00; la ocupación predominante es la de estudiante.

Con respecto a las Influencias Externas: La población encuestada en un 84,5 % consume leche de vaca, y lo hacen por las experiencias vividas; además el 42% de los participantes en la investigación afirman que realizan la compra de este producto en las tiendas de barrio.

Referente al Ambiente Sociocultural: El 77% de los encuestados manifiestan que la tendencia socio cultural si afecta en el consumo de leche; y que los factores de decisión de compra y consumo son la calidad, la salud y el precio, y su máxima influencia es la madre.

Por otro lado, la Toma de Decisión del Consumidor presenta los siguientes resultados: un 73% expresa con certeza que el desayuno es la hora predilecta para el consumo de leche de vaca, y por lo general la consumen una vez al día; el 59, 51% prefieren comprar leche en funda de fábrica, también un 53% escoge consumir leche entera, y su compra por lo regular lo hacen por un litro: al momento de relacionar una palabra con este producto la gran escogida fue la salud; con un 38% el producto que sustituye a la leche de vaca es el jugo; además de determino que el precio del producto de leche de vaca que consumen es de \$0,80, adicionalmente aseveran que el gasto semanal de éste de \$5,00, el 33% ratifica que consumen leche de vaca por interés personal y que la misma es de fácil adquisición.

En cuanto a redes sociales las personas encuestadas manifiestan que creen en la información sobre leche de vaca que encuentran en este medio, y emiten criterios



porque si es de su importancia. El Comportamiento posterior a la Decisión, un 46% no consume leche por restricción médica.

### **Descripción de cuadro de Correlación entre el Nivel de Ingresos y las Preguntas de la Encuesta.**

Como resumen del Cuadro de Correlación entre el Nivel de Ingresos y cada una de las preguntas de la encuesta previamente analizada, se puede evidenciar que los encuestados con nivel de ingresos medio alto y de nivel básico, en mayor proporción cuentan con un nivel de respuesta positivo, concluyendo que la compra de leche de vaca usualmente se lo realiza en las tiendas de barrio, escogiendo leche de funda o tetrapack, entera, de litro para uso del desayuno, decidiendo el producto por calidad y tradición, por interés personal o por medios masivos de comunicación como la televisión, generalmente los consumidores de leche de vaca según la encuesta gastan semanalmente aproximadamente \$5,00.

El nivel investigativo correlacional, sitúa la comprobación de hipótesis. Con el fin de analizar los datos es necesario establecer la naturaleza de las variables a través de la escala de medida, pues esta, condiciona el tipo de coeficiente que se use para forjar el análisis estadístico. La escala de medida de las dos variables son de tipo Ordinal-Ordinal en una prueba estadística correlacional, razón por la cual, el análisis estadístico será Bivariante no paramétrico. A continuación se dará a conocer cómo se llegó a esta decisión:

#### **Hipótesis**

**Ho:** La evaluación del comportamiento socioeconómico de los consumidores de leche de ganado vacuno no permite establecer estrategias de marketing para mejorar el índice de consumo.

**Ha:** La evaluación del comportamiento socioeconómico de los consumidores de leche de ganado vacuno permite establecer estrategias de marketing para mejorar el índice de consumo.

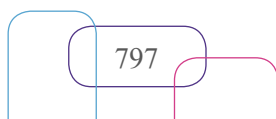
Establecimiento de Nivel de Significancia: alfa ( $\alpha$ )= 0,05 equivale al 5%

Estadístico de Prueba: Chi Cuadrado de Pearson

Valor de Chi Cuadrado calculado: 271,373

(Sig.) o  $p$  valor = 0,00

Toma de Decisión: El valor de significancia obtenido está por debajo del nivel de significancia 0,05, lo que hace que rechazamos la Ho y aceptamos la Ha. Conclusión que las dos variables están relacionadas, esto también lo indica el estadístico exacto de Fisher, según cuadros adjuntos.



		ESTRATEGIAS DE MARKETING		Total
		NO	SI	
COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR	NO	47	16	63
	SI	0	319	319
Total		47	335	382

Tabla 1. Contingencia

Fuente: Datos procesos en IBM SPSS Statistics 20.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	271,373 <sup>a</sup>	1	,000	
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	264,503	1	,000	
Razón de verosimilitudes	213,522	1	,000	
Estadístico exacto de Fisher				,000
Asociación lineal por lineal	270,663	1	,000	
N de casos válidos	382			

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 7,75

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2

Tabla 2. Pruebas de chi-cuadrado

Fuente: Datos procesos en IBM SPSS Statistics 20.

## 4. Conclusiones

Finalmente, de los resultados de esta investigación podemos concluir que, la sociedad Riobambena es muy tradicionalista y una muestra de ello es que la leche ha estado desde siempre en su mesa, y que el comprar este producto en la tienda del barrio sea una cotidianidad, así como tomar decisiones de compra valiéndose de las experiencias vividas al consumir leche de vaca.

La investigación arrojó también que las tendencias socioculturales si trascienden en el consumo de leche de ganado vacuno de los ciudadanos, en este ámbito también podemos denotar que existen factores de compra altamente importantes como la calidad, la salud y el precio y la principal influencia en el consumo de leche en el hogar es la madre.

Al momento de escoger el tipo de leche a consumir, el cliente prefiere leche entera, empacada en funda de fábrica y regularmente de un litro de contenido y cuyo costo es de \$0,80, el cual es consumido de manera habitual en el desayuno.

Los consumidores que usan redes sociales como el Facebook, al obtener información sobre leche de vaca creen en la misma, y si esta tiene un grado de importancia la comparten. A continuación se menciona algunas estrategias de marketing que con una campaña para subir el nivel de consumo de leche se lograría una mejor interacción con el consumidor.

Fomentar el consumo de leche de ganado vacuno, realizando las bondades saludables que este producto naturalmente tiene, mediante publicidad visual en lugares tradicionales de la ciudad, como la tienda del barrio, las paradas de bus, parques, calles y demás escenarios posibles para estos datos importantes se queden en la retina de los consumidores y de los clientes potenciales.

Usar datos y cifras que denoten, la maternidad, la importancia de la familia, la necesidad de una adecuada salud alimenticia en la puesta en marcha de la parte publicitaria, mediante un cortometraje que llame la atención del consumidor.

Publicitar por medio de periódicos, revistas, buses que a diario son usados por los ciudadanos, sobre todo en el lapso de horas que comprende el desayuno, haciendo una relación de concordancia entre la información y la hora indicada para percibirla de mejor manera.

Crear una Fan Page en el que se viralice diariamente este tipo de información argumentada y de connotación científica, para el nicho de usuarios de redes sociales, el mismo que será actualizado de acuerdo a noticias sobre la leche de ganado vacuno.

Publicitar la prevención de enfermedades por falta de calcio a través de una oportuna ingesta de este nutriente el mismo que permitirá se evite gastos por el padecimiento de los mismos.

## Referencias

1. Solomon, M. Comportamiento del consumidor. Decima. Mexico : Pearson, 2012.
2. Peter, Paul. Comportamiento del consumidor y estrategia de marketing. Séptima. Mexico : Mc Graw Hil, 2005.
3. Shiffman, Leon. Comportamiento del consumidor. Decima. Mexico : Pearson, 2010.
4. Schiffman, Kanuk. Comportamiento del consumidor. Octava . Mexico : Pearson, 2005.
5. Dvoskin, Roberto. Fundamentos de marketing. Primera . Argentina : Granica S.A, 2004.
6. Cyr, Donald. Maketing en la pequela y mediana empresa. Bogota : Norma, 2004.
7. Manuel, Juan. Marketing para instituciones educativas. Segunda. Argentina : Granica, 2004.
8. Kotler, Philip. Direccion de marketing. Primera. Mexico : Pearson, 2002.
9. Fernandez, Ricardo. Segmentacion de mercados. Primera. Mexico : Mc Graw Hill, 2009.
10. Alcalde, Pablo. Calidad. Primera. España : Thomson, 2009.
11. Mateo, Ricardo. Teoria y practica de la calidad. Primera. España : Paraninfo, 2006.
12. Vertice, Publicaciones. La calidad en el servicio al cliente . España : Vertice, 2008.
13. Sulser, Rosario. Exportacion Efectiva. Primera. Mexico : Empresa Lider, 2004.
14. Baena, Veronica. Instrumentos de marketing. Primera. Barcelona : Ouc, 2010.
15. Leon Shiffman, Leslie Kanuk, Joshep Wisenblit. Comportamiento del consumidor. Decima. Mexico : Pearson , 2010. págs. 175-176.
16. Acevedo, Gabriel Esteban. Manual de salud publica. Primera. Cordova : Coleccion Salud Ambiental, 2007.
17. Wieneck, Jurgén. Salud, ejercicio y deporte. Primera. Bareclona : Paidotribo, 2001.
18. Parra, Manuel. Conceptos basicos en salud laboral. Primera. Santiago : Central Unitaria de



trabajadores de Chile, 2003.

19. Ruiz, Julian. La vida como cultura. Primera. Madrid : Huerga-Fierro, 2003.
20. Udaondo, Miguel. Gestion de calidad. Primera. Madrid : Diaz de santos, 1992.
21. Cabedo, Salvador. Filosofia y cultura de la tolerancia. Primera. España : Universitat Jaume, 2006.
22. Shiffman, Leon. Comportamiento del consumidor. Decima. Mexico : Pearson, 2010.
23. Shiffman, Leon. Comportamiento del consumidor. Decima. Mexico : Pearson, 2010.
24. Peter, Paul. Comportamiento del consumidor y estrategia de marketing. Septima. Mexico : Mc Graw Hil, 2005.
25. Narros, G. Segmentación de mercados de consumo con criterios relacionales: aplicación a la compra de alimentación en hipermercados. Segunda edición. Madrid. 2009
26. Baena, G. Fundamentos de marketing: entorno, consumidor, estrategia e investigación comercial. Madrid. Editorial UOC. 2011
27. Rojas, L, & Ramírez, C. Validación del modelo simbólico-cultural del comportamiento del consumidor. Red Revista Colombiana de Marketing. 2006
28. Rojas, L, & Ramírez, C. Validación del modelo simbólico-cultural del comportamiento del consumidor. Red Revista Colombiana de Marketing. 2006
29. Cárdenas, R. Análisis del consumidor, Editorial Digital UNID, 2014.
30. Cárdenas, R. Análisis del consumidor, Editorial Digital UNID, 2014.

# ESTUDIO DE POSICIONAMIENTO DE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS PYMES EN EL ECUADOR

(POSITIONING STUDY OF SMALL AND MEDIUM INDUSTRIES  
SMES IN ECUADOR)

Cristian Oswaldo Guerra Flores <sup>(1)\*</sup>, Cecilia Alexandra Santillán Obando <sup>(2)</sup>, Jorge Antonio Vasco Vasco <sup>(3)</sup>, Olga Maritza Rodríguez Ulcuango <sup>(4)</sup>, Marco Antonio Bonilla Mazón <sup>(5)</sup>

(1) Docentes de la Facultad de Administración de Empresas,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

\* Tel.: 0998331142, E-mail: cristiangf357@gmail.com (C, Guerra)

## RESUMEN

El objetivo principal del artículo científico fue diseñar estrategias de posicionamiento de las pequeñas y medianas empresas en el mercado de la ciudad de Caluma. A través de un análisis cualitativo y cuantitativo se determinaron las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que permitieron sentar la línea base sobre la cual diseñar estrategias enfocadas a mejorar el posicionamiento las Pymes en el mercado local y nacional. A través de un análisis estadístico  $\chi^2$  se evidenció que existe relación entre las estrategias de marketing con el posicionamiento. Se utilizaron una serie de matrices y herramientas de marketing estratégico que permitieron seleccionar las mejores tácticas para los negocios.

**Palabras Clave:** *estudio de marketing, posicionamiento, mercado, estrategias de marketing*

## ABSTRACT

The main objective of the scientific article was to design positioning strategies for small and medium enterprises in the market of the city of Caluma. Through a qualitative and quantitative analysis were determined the main strengths, weaknesses, opportunities and threats that allowed to establish the baseline on which to design strategies aimed at improving the positioning of SMEs in the local and national market. Through a  $\chi^2$  square statistical analysis it was evidenced that there is a relationship between marketing strategies and positioning. A series of matrices and strategic marketing tools were used to select the best tactics for business.

**Key Words:** *marketing study, positioning, market, marketing strategies*

## 1. Introducción

En la actualidad, todas las organizaciones enfrentan un contexto de constante cambio, gracias al crecimiento acelerado de las tecnologías de información; un factor que ha tenido gran impacto en la aparición de usuarios y consumidores mejor informados y con expectativas cada vez más exigentes. Los nuevos

negocios enfrentan un mercado cada vez más competitivo obligándolos a generar estrategias innovadoras para generar ventajas competitivas que les permitan crecer y mantenerse en el tiempo. Este es el caso de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), los emprendimientos nuevos al entrar a competir en un mercado competitivo y que al momento registra un bajo nivel de ventas y de un débil posicionamiento y valor de marca, pues se hace necesario tomar acciones urgentes que le permitan superar estos problemas y lograr un mayor crecimiento y posicionamiento.

La gestión de toda empresa debe centrarse principalmente en las necesidades de sus clientes y un enfoque claro para lograr este objetivo para el efecto es necesario la adopción de la orientación al marketing para generar capacidades que faciliten una mayor fidelización, a través de la detección y satisfacción de necesidades y un mejoramiento de las relaciones con estos actores. Los resultados de esta investigación permitirán a las PYMES generar ventajas competitivas a través de la diferenciación e innovación de los servicios y el establecimiento de una mejor relación con los clientes.

Específicamente se ha logrado tener un mayor conocimiento de la competencia directa para así detectar posibles nichos de mercado a los que puedan enfocarse para mejorar su nivel de ventas. Además, se logrará implementar un mejor proceso de comunicación y difusión que influya positivamente en el posicionamiento, así como en la relación con sus clientes. Con base en esto, el principal trabajo de esta investigación fue diseñar un estudio de marketing para las pequeñas y medianas empresas para que mejoren el posicionamiento así como los niveles de satisfacción y fidelización de sus clientes. En los siguientes apartados se detallará el respectivo análisis teórico que fundamentará la investigación.

En el estudio denominado objetivos de desarrollo del milenio (1), se indica que la provincia de Bolívar está ubicada en la región central del Ecuador. Su territorio montañoso y quebrado se ubica en un área que comprende las estribaciones occidentales de la cordillera occidental de los Andes, el valle formado por el río Chimbo y, en una pequeña parte, la sabana tropical. Tiene un total de 169 370 habitantes. El 74% de su población es rural y el restante 26%, urbana. La provincia está integrada por los cantones Guaranda, Chimbo, Chillanes, Echeandía, San Miguel, Caluma y Las Naves. La principal actividad económica en Bolívar es la agricultura. La provincia es la primera productora de maíz blanco harinoso a nivel nacional. La distribución de la tierra es sumamente desigual y predomina el minifundio.

El instituto de estadísticas y censos (2) indica que en el 2010 la población económicamente activa PEA en la Provincia es del 39,29 %, mientras que en plan de desarrollo territorial de Bolívar (3) se indica que valor agregado bruto (VAB) es la macromagnitud económica que mide el valor añadido generado por el conjunto de productores de un área económica, recogiendo en definitiva los

valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo.

Por otro lado en las estadísticas que se dan a conocer en el Banco Central del Ecuador (4) se puede evidenciar que en el año 2017 la economía de la provincia de Bolívar presenta un movimiento económico en 279.966,00 miles de dolares en un 100%, mientras que el canton Caluma dinamiza la economía con 22.508,00 miles de dolares, siendo apenas un 8% del VAB.

PROVINCIA	CANTÓN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	ECONOMÍA TOTAL	%
BOLÍVAR	Guaranda	27.283	4.349	39	19.383	10.416	2.213	14.403	2.809	4.695	28.758	16.938	8.060	4.158		143.505	51
BOLÍVAR	Chillanes	5.617	54	9	1.782	1.232	53	3.296	49	207	1.819	3.714	756	57		18.645	7
BOLÍVAR	Chimbo	4.859	47	13	1.086	1.916		2.647	516	616	1.869	2.434		159		16.163	6
BOLÍVAR	Echeandía	13.133	36	5	1.645	1.622		1.932	26	803	1.563	2.711		36		23.513	8
BOLÍVAR	San Miguel	13.640	136	13	2.636	1.961	212	4.719	144	1.284	3.750	4.904	655	82		34.137	12
BOLÍVAR	Caluma	12.285	43	5	1.835	2.043		1.954	285	268	1.197	2.468		126		22.508	8
BOLÍVAR	Las Naves	18.482	33	3	432	380		929		256	85	873		22		21.495	8
<b>TOTAL</b>																<b>279.966</b>	<b>100</b>

Tabla 1: Valor actual de producción provincia de Bolivar

**Nota:** A Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; B Explotación de minas y canteras; C Manufactura; D Suministro de electricidad y de agua; E Construcción; F Comercio; G Actividades de alojamiento y de comidas; H Transporte, información y comunicaciones; I Actividades financieras; J Actividades profesionales e inmobiliarias; K Administración pública; L Enseñanza; M Salud; N Otros servicios.

En el Plan de Desarrollo Territorial de Caluma (5) se manifiesta que después de 20 años de no disponer de información sobre las actividades productivas en el país, el anterior censo económico fue realizado en el año 1980, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, entre septiembre a noviembre del año 2010 realizó el mismo, que comprende un inventario exhaustivo de los establecimientos que ejercen alguna actividad productiva dentro del país, en localidades de más 2.000 habitantes, como quedó evidenciado en la tabla 1.

En lo referente al estudio de marketing “la orientación al mercado es un concepto que promueve la generación y consolidación de intercambios con el mercado basados en la generación continuada de una oferta de valor para el público objetivo superior a la que puede proporcionar cualquier competidor, que redunde en el mantenimiento ventajoso, prolongado y sostenible de la organización en el mercado actual o potencial” (6). Las aproximaciones al concepto de orientación al mercado se han efectuado básicamente desde dos perspectivas:

- Aquella en la que predomina la visión de esta orientación como aspecto cultural o parte integrante de la cultura organizativa de la empresa

- Aquella en donde la orientación al mercado es vista desde una concepción comportamental u operativa, de modo que se identifica una serie de actuaciones o comportamientos específicos (7).

Culturalmente, la orientación al mercado supone la existencia de un conjunto de valores y actitudes compartidos en toda la organización que tratan de estimular la creación de superior valor para los clientes (8). Desde esta perspectiva se puede afirmar que la orientación al mercado como cultura debe promover:

- La *orientación externa* no sólo al cliente sino también al competidor y a todos los restantes factores del entorno específico y genérico que puedan condicionar la efectiva satisfacción del público objetivo.
- La *integración y coordinación interna* de individuos y funciones que permita el diseño de una respuesta competitiva común.
- La adopción de una *visión estratégica* o visión a largo plazo acorde con la capacidad empresarial de proporcionar mayor valor a largo plazo.

Operativamente, la definición del concepto de orientación al mercado implica señalar las actuaciones concretas sobre el mercado que, de acuerdo con el planteamiento precedente, deben generar en el cliente la percepción de que está recibiendo una oferta global más valiosa de la que puede obtener de cualquier otra alternativa de valor (9). Existe un amplio consenso sobre que estas actuaciones se sintetizan en las tres siguientes dimensiones críticas (9):

- *Generación* de inteligencia sobre todos los elementos del mercado (clientes, competidores y entorno).
- *Diseminación* o puesta en común interna de dicha inteligencia.
- *Desarrollo* y puesta en práctica de una acción de *respuesta* que suponga la satisfacción efectiva del público objetivo.

El posicionamiento es una de las variables de marketing más importantes que posibilita a las empresas a ganar mayor penetración de mercado a través de varias herramientas relacionadas al marketing mix: precio, producto, plaza y promoción. Una estrategia de marketing mix bien diseñada permitirá a las empresas, principalmente a aquellas que están iniciando, a convertirse en la primera opción de los consumidores, una característica vital en los tiempos actuales donde las firmas tienen que realizar sus actividades en mercados altamente competitivos.

Las estrategias de marketing mix deben ser diseñadas a través de un plan que incluya tácticas relacionadas al precio, promoción, plaza o mercado y producto. Varios autores

han demostrado que un plan integral de marketing puede influir favorablemente en el posicionamiento de productos o empresas. Por ejemplo (10) demostró cómo, a través de estrategias de marketing estratégico, se incrementó el posicionamiento de la empresa MASS dentro del mercado de seguros de la ciudad de Ambato. En una línea de investigación similar (11) diseñó un plan de marketing de calidad para lograr posicionar en el mercado una marca de calzado, determinando el mercado potencial, el mercado meta y estableciendo las pautas y directrices necesarias para que el cliente puede adquirir este producto de manera eficaz.

Según (12) diseñó un plan estratégico de marketing para mejorar el posicionamiento de la marca e imagen de la empresa Interbyte; a través de una adecuada segmentación del mercado, análisis de la competencia y determinación de la demanda y futuros clientes, se logró determinar las directrices necesarias para que la empresa logre posicionarse adecuadamente en el mercado

Así mismo (13) diseñó estrategias de marketing y demostró la incidencia que tuvieron estas estrategias en el posicionamiento de la empresa Dacris, lo cual se realizó a través de un plan de marketing que involucra actividades como determinación del mercado meta, diseño de estrategias de posicionamiento y de comercialización y distribución. De manera análoga, (14) diseñó un modelo de gestión comunicacional de marketing para mejorar el posicionamiento del servicio del Hostal “Bed & Breakfast” de la ciudad de Riobamba. En esta última investigación se realizaron varias fases relacionadas al diseño de un plan de marketing como:

- Diagnóstico situacional (utilizando herramientas como análisis PESTE, AMOFHIT y de competencia).
- Diseño de estrategias a través de la utilización de matrices como la Matriz FODA cruzada y la matriz de posición estratégica y evaluación de la acción.
- Diseño de la estructura del modelo comunicacional.

Como se puede evidenciar en las investigaciones citadas, el diseño de un plan estratégico de marketing permite definir un marco de actuación adecuado para que las empresas puedan posicionarse en mercados altamente competitivos como los que existen en la actualidad.

El plan de marketing es un documento que resume todo el proceso de planeación de las actividades relacionadas al marketing. La planificación de esta función empresarial se define como un proceso de intenso raciocinio y coordinación de varios recursos como talento humano, financiero, material y tecnológico; el objetivo principal del proceso de planificación estratégica del marketing es lograr la satisfacción del consumidor a través de la generación de estrategias efectivas de marketing mix (15). Como lo menciona (15): “Planeación es la reflexión sobre

la realidad. Un plan es una guía, la línea central del camino que conlleva hacia el objetivo”.

Un plan de marketing es el punto más alto del proceso de decisión de aprovechar una oportunidad ofrecida por el mercado. Involucra una serie de actividades empresariales encaminadas a la comercialización de un producto, el cual ha sido diseñado para satisfacer las necesidades específicas detectadas de los consumidores; es decir, el plan de marketing establece el marco de referencia y define las directrices para las acciones que la empresa debe tomar en el mercado en el que desee actuar.

## 2. Materiales y Métodos

La investigación fue de tipo descriptivo. Se siguió una lógica hipotético-deductiva, partiendo de teorías ampliamente estudiadas para crear un marco conceptual que propone relaciones entre las variables más importantes. El levantamiento de datos se hizo en el período julio-diciembre de 2017. Se empleó la revisión documental para definir las variables de estudio. La investigación analizó la influencia que tienen las estrategias de marketing sobre el posicionamiento en la mente del consumidor. La población de estudio está conformada por los clientes actuales y potenciales de la empresa objeto de estudio. Para ello se tomó como referencia la población económicamente activa de la provincia de Bolívar

La selección de la muestra se realizó a través de la técnica de muestreo por conveniencia. El tamaño de la muestra se calculó utilizando la fórmula especificada por (16):

$$n = \pi (1-\pi) (Z/E)^2 \quad (1)$$

Donde:

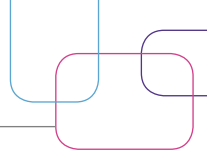
- n es el tamaño de la muestra
- Z es el valor normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado, 1.96 para un 95% de confiabilidad de acuerdo a lo expuesto por (16)
- $\pi$  es la proporción de la población, que se asume igual a 0.1 de acuerdo a estudios previos como los realizados por (17) y 18
- E es el máximo error tolerable, que se asume igual a 0.05 de acuerdo a (16)

Al reemplazar los valores en la fórmula se obtiene lo siguiente

$$n = 0,1(1-0,1) (196/0,05)^2$$

$$n = 0,1(1-0,1) (196/0,05)^2 = 138,29$$





La muestra mínima necesaria, tomando en cuenta estas consideraciones, debe ser como mínimo de 138 encuestados pero se decidió trabajar con 140 encuestas.

### 3. Resultados y Discusión

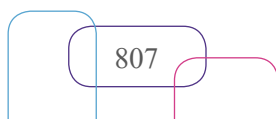
En total se recogieron 140 encuestas cuyos resultados muestran que el 79.3 % correspondiente a 11 encuestados son hombres frente a un 20.7% que son mujeres. Por otro lado, se puede evidenciar que el 60% que correspondiente a 84 encuestados tienen formación académica a nivel de bachillerato seguido de un 34.3 % que poseen formación de tercer nivel (Ingeniería o Licenciatura). Muy pocos tienen formación de maestría o doctorado.

Otra pregunta de la encuesta realizada hacía referencia al tiempo que llevaban siendo clientes de los pequeños y medianos negocios, con el objetivo de determinar el nivel de lealtad que poseen así como la cantidad de clientes potenciales de las empresas. Los resultados mostraron que el 50.7 % son clientes por más de dos años, mientras que el resto han sido clientes de uno a dos años (28.6%) y menos de un año (16.4%). Esto permite concluir que será necesario implementar un Plan que posibilite mejorar el posicionamiento de estos negocios y así garantizar la fidelidad de los clientes.

Para diseñar un plan integral de marketing eficaz que permita mejorar el posicionamiento de los negocios, es importante conocer cuál es el aspecto que más valoran los clientes al momento de adquirir los productos y servicios de los pequeños y medianos negocios. De acuerdo a esto, en otra pregunta se pudo determinar cuál es el aspecto que más valora el cliente, con base en las características más importantes de los negocios según los lineamientos de las cuatro P del marketing.

Los resultados también permitieron evidenciar que el 41.4 % de los encuestados concuerda que la calidad de los productos es el aspecto más importante al momento de comprar productos y servicios en los pequeños y medianos negocios, seguido de un 25 % y un 24.29% que manifiestan que es la atención al cliente y el precio respectivamente, los aspectos más importantes. Tan solo un 9.29 % indican que la imagen es un aspecto de importancia. Estos resultados brindan información preliminar para delinear las estrategias necesarias que permitan mejorar el posicionamiento de los negocios.

Por otro lado, el posicionamiento está relacionado con los canales de comunicación que debe utilizar una organización para promocionar sus productos y servicios. En ese sentido, otra pregunta ayudó a conocer y evaluar cuál es el medio publicitario que prefieren los consumidores. En su mayoría (44.29 %) prefieren la publicidad a través de medios tradicionales como televisión, radio o prensa escrita; mientras que el 30 % prefiere redes sociales como facebook o twitter. El 25.71 % indican su preferencia por un sitio web corporativo. Estos resultados van brindando más



insumos para el diseño del plan integral de marketing que permita mejorar el posicionamiento de los pequeños y medianos negocios.

### 3.1 Comprobación de Hipótesis

La Hipótesis de investigación planteada fue:

- H1: La Orientación y gestión integral de marketing influye positivamente sobre el posicionamiento y satisfacción de sus clientes.

Para la comprobación de hipótesis se hicieron cuatro preguntas relacionadas a la influencia que puede tener las estrategias relacionadas a las cuatro P del marketing con el posicionamiento, las cuales son una forma de medir la orientación al marketing. La Tabla 1 muestran las preguntas realizadas a los encuestados.

La comprobación de hipótesis se hizo a través de una prueba de homogeneidad Chi cuadrado con el objetivo de verificar si existe diferencia dentro de cada categoría en cada pregunta. La prueba se hace calculando las frecuencias esperadas y comparándolas con las frecuencias observadas, planteado como hipótesis que existe homogeneidad entre cada categoría (16). Si se llegara a aceptar esta hipótesis, se concluiría que no existe diferencia entre las categorías y por lo tanto las diferencias en la valoración de cada una se debe a errores de muestreo. Las frecuencias observadas se muestran en la tabla 2, donde 1 significa totalmente en desacuerdo y 5 significa totalmente de acuerdo.

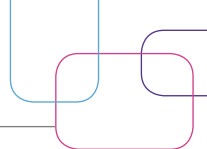
Estrategias de Marketing	1	2	3	4	5	Total
¿Cree usted que una mayor promoción y publicidad hará que considere a los pequeños y medianos negocios como su primera opción para comprar bienes o servicios?	0	4	16	51	69	140
¿Cree usted que brindando precios bajos y promociones hará que considere a estos negocios como su primera opción para comprar bienes y servicios?	0	1	12	62	65	140
¿Cree usted que mejorando la entrega y distribución de productos hará que considere a estos negocios como su primera opción para comprar bienes y servicios?	0	0	13	67	60	140
¿Cree usted que los pequeños y medianos negocios lograrán posicionarse como líder en el mercado local de bienes y servicios?	0	1	6	54	79	140
Total	0	6	47	234	273	560

Tabla 2. Frecuencias Observadas

Fuente: Encuestas

Para calcular las frecuencias observadas se utilizó la siguiente fórmula:

$$Frecuencia Esperada = \frac{(Total de Filas)(Total de Columnas)}{Gran Total} \quad (2)$$



La Tabla 3 muestra el cálculo de las frecuencias esperadas en cada categoría, utilizando la fórmula ya mencionada.

Estrategias de Marketing	1	2	3	4	5	Total
¿Cree usted que una mayor promoción y publicidad hará que considere a los pequeño y medianos negocios como su primera opción para comprar bienes y servicios?	0	1.5	11.75	58.5	68.5	140
¿Cree usted que brindando precios bajos y promociones hará que considere a los pequeños y medianos negocios como su primera opción para comprar bienes y servicios?	0	1.5	11.75	58.5	68.5	140
¿Cree usted que mejorando la entrega y distribución de productos y servicios hará que considere a los pequeños y medianos negocios como su primera opción para comprar?	0	1.5	11.75	58.5	68.5	140
¿Cree usted que los pequeños y medianos negocios lograrán posicionarse como líderes en el mercado local?	0	1.5	11.75	58.5	68.5	140
Total	0	6	47	234	273	560

Tabla 3: Frecuencias Esperadas

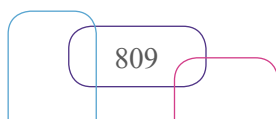
El cálculo del estadístico de prueba se realizó con la siguiente fórmula:

$$x^2 = \sum \left[ \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right] \quad (3)$$

Dónde:  $f_o$  es la frecuencia observada y  $f_e$  es la frecuencia esperada. Los grados de libertad de calculan con la fórmula:

$$\text{Grados de libertad} = (\text{números de filas} - 1) (\text{números de columnas} - 1) \quad (4)$$

Al reemplazar los valores en la fórmula planteada se obtiene un estadístico de prueba  $\chi^2$  cuadrado igual a: 16.9811; por otro lado los grados de libertad dan un valor igual a 9. Este valor obtenido debe compararse con el valor crítico de la prueba  $\chi^2$  cuadrado con 9 grados de libertad y a un nivel de significancia de 0.05 el cual es igual a: 16.91. Si el estadístico de prueba es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad entre las categorías de cada pregunta. En este caso vemos que  $16.9811 > 16.9190$  por lo que procedemos a rechazar la hipótesis de homogeneidad llegando a concluir que, debido a que la mayoría de encuestados afirma su acuerdo en cada una de las preguntas sobre estrategias de marketing, se acepta la hipótesis de que la orientación de gestión integral de marketing influye positiva y significativamente en el posicionamiento de las pequeñas y medianas empresas. En la figura 1 se puede observar de forma gráfica la regla de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula. Se puede observar que el estadísticos de prueba calculado cae en la región de rechazo (mayor a 16.91) permitiendo rechazar la hipótesis nula.



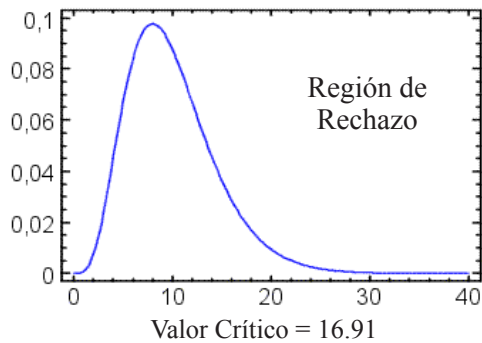


Figura 1. Regla de decisión de la prueba Chi-cuadrado

### 3.2 *Discusión*

La comprobación de hipótesis se hizo a través de una prueba de homogeneidad Chi cuadrado con el objetivo de verificar si existe diferencia dentro de cada categoría en cada pregunta. La prueba se hace calculando las frecuencias esperadas y comparándolas con las frecuencias observadas, planteado como hipótesis que existe homogeneidad entre cada categoría (16). Si se llegara a aceptar esta hipótesis, se concluiría que no existe diferencia entre las categorías y por lo tanto las diferencias en la valoración de cada una se debe a errores de muestreo.

Los resultados de la prueba Chi cuadrado permitieron verificar que el estadístico de prueba es mayor al valor crítico ( $19.9811 > 16.9190$ ) llevando a rechazar la hipótesis de homogeneidad y permitiendo decir que, debido a que la mayoría de encuestados afirma su acuerdo en cada una de las preguntas sobre estrategias de marketing, se acepta la hipótesis de que la orientación gestión integral de marketing influye positiva y significativamente en el posicionamiento de los pequeños y medianos negocios.

## 4. Conclusiones

Con el análisis situacional de los factores externos e internos se pudo definir la línea base detectando las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que se convirtieron en el principal insumo para diseñar las diferentes estrategias que fueron planteadas en la matriz FODA y en los apartados posteriores.

Se utilizó algunas herramientas de marketing como las matrices de factores internos y externos, así como el análisis PESTE para diseñar las estrategias más importantes que pueden ser aplicadas. Además se propone el uso de herramientas de marketing digital para redes sociales con el fin de mejorar la comunicación, promoción y posicionamiento de la marca creada para cada negocio.

Debe existir en cada empresa un plan integral de marketing que les permita especificar de qué manera se ejecutarán cada una de las estrategias planteadas utilizando las variables del marketing mix: plaza, precio, promoción y producto. De esta manera se garantiza una gestión integral de marketing para los negocios con el objetivo final de mejorar su posicionamiento.

## Referencias

1. CISMIL, G. (2016). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Quito: AECI/CONCOPE/ONU: Monsalve Moreno.
2. INEC, I. N. (18 de Febrero de 2018). *Instituto Nacional Estadísticas*. Obtenido de Instituto Nacional Estadísticas: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
3. Bolivar, G. P. (2015). *Plan de desarrollo Territorial*. Guaranda .
4. BCE, B. C. (18 de Febrero de 2018). *Banco Central del Ecuador*. Obtenido de Banco Central del Ecuador: <https://www.bce.fin.ec/index.php/informacion-estadistica-1>
5. Caluma, G. (2014 - 2020). *Pla de desarrollo Territorial del Cantón Caluma*. Caluma.
6. Narver, J.C.; Slater, S.F. Y Tietje, B. (1998): "Creating a Market Orientation", *Journal of Market Focused Management*, Vol. 2, 241-255.
7. M<sup>a</sup> Leticia Santos Vijande, L. I. (2007). *Sistemas de gestión y desarrollo del marketing en las organizaciones: efectos de localidad total según el modelo efqm de excelencia*. revista española de investigación de marketing ESIC, 1-28.
8. Hurley, R. &. (1998). Innovation, Market Orientation, and Organizational Learning: An Integration and Empirical Examination". *American Marketing Association*, 42-54.
9. Jaworski, A. K. (1990). Market Orientation: The Construct, Research Propositions, and Managerial Implications. *American Marketing Association*, 1-18.
10. Sánchez, S. (2009). *Marketing Estratégico para mejorar la Participación en el Mercado de Más Seguros en la ciudad de Ambato* (Tesis de Grado). Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6340/1/1GEE.pdf>
11. Salguero, M. (2002). *Posicionamiento de calzado formal para hombre de Calzado Valentino en la provincia de Tungurahua* (Tesis de Grado).
12. López Zambrano, M. N. (2011). *Las Estrategias de Marketing y su incidencia en el Posicionamiento de la empresa Dacris de la ciudad de Ambato* (Tesis de Grado).
13. Ortiz, D. P. (2011). *Las Estrategias de Marketing y su incidencia en el posicionamiento de la Empresa Dacris de la ciudad de Ambato*. Ambato.
14. Falconí Moreno, C. E. (2017). *Diseño de un modelo de gestión comunicacional de Marketing enfocado en mejorar el posicionamiento y el servicio del Hostal "Bed and Breakfast", de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, período 2016-2017*(Tesis de Grado).
15. Ambrosio, V., & Poveda, J. A. (2000). *Plan de marketing paso a paso*. Prentice hall.
16. Lind, D. A., Marcha, W. G., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: The McGraw-Hill Companies, Inc.
17. Benavides, M., & J., G. (2013). *Desarrollo del Turismo Comunitario*. Comunidad Montufar.
18. Ortega, L. y. (12 de 04 de 2013). *dspace*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1476/1/T-UCE0005-303.pdf>

# EL MARKETING COMO HERRAMIENTA PARA COMERCIALIZAR PRODUCTOS METALMECÁNICOS EN MERCADOS POTENCIALES DEL ECUADOR

\*Fausto Francisco Navarrete Chávez <sup>(1)</sup> \*, Jannth Alejandra Viñán Villagrán <sup>(2)</sup>,  
Juan Roberto Córdova Procel <sup>(3)</sup>, Blanca Alegría Naula Erazo <sup>(4)</sup>

(1) Docente de la Facultad de Ciencias ESPOCH,

(2) Docente UAN ESPOCH,

(3) Docente Extensión Norte Amazónica ESPOCH

(4) Especialista en proyectos de la Dirección de Publicaciones ESPOCH

\*Correspondencia. Tel.: 0995566403,

E-mail: fausto.navarrete@epoch.edu.ec (F. Francisco Navarrete Chávez)

## RESUMEN

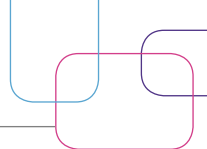
El crecimiento de la matriz productiva del país provoca grandes oportunidades a las empresas que incursionan en el campo de la metalmecánica. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un estudio de mercado para plantear estrategias de marketing dónde los talleres con certificaciones internacionales para la construcción y procesamiento de bienes metal mecánicos puedan ofertar sus productos. La investigación desarrollada se enmarcó en el ámbito cuantitativo, con variables estadísticas que permitieron diagnosticar y pronosticar los resultados a corto, mediano y largo plazo. Se utilizaron cuestionarios, entrevistas a expertos, grupos focales y sus resultados fueron tabulados y analizados con métodos estadísticos mediante el software SPSS. En el estudio luego de realizar su análisis se plantean variables y factores que demuestran la viabilidad de incursionar en los mercados que se consideran potenciales.

**Palabras clave:** *metalmeccánica, mercados potenciales, estrategias de marketing*

## ABSTRACT

The growth of the productive matrix of the country creates great opportunities for companies that venture into the field of metalworking. The present work aims to develop a market study to propose marketing strategies where workshops with international certifications for the construction and processing of metal mechanical goods can offer their products. The research developed was framed in the quantitative field, with statistical variables that allowed to diagnose and forecast the results in the short, medium and long term. Questionnaires, interviews with experts, focus groups and their results were tabulated and analyzed using statistical methods using the SPSS software. In the study, after carrying out its analysis, variables and factors that demonstrate the viability of entering markets that are considered potential are considered.

**Keywords:** *metalworking, potential markets, marketing strategies*



## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador al igual que muchos países denominados del tercer mundo han sufrido cambios importantes en sus economías en los últimos años; una de las fuentes de mayor ingreso al PIB del Ecuador es el petrolero en donde antes del 2013 fue un mercado en expansión para los bienes y servicios de carácter metalmecánico utilizados en el proceso de extracción y refinación del petróleo.

Este fenómeno hizo que la participación de la industria de bienes metalmecánicos crezca en corto tiempo hasta que en los primeros meses del año 2014 empezara la crisis económica con la tendencia a la baja del precio del petróleo como se observa en la figura 1.

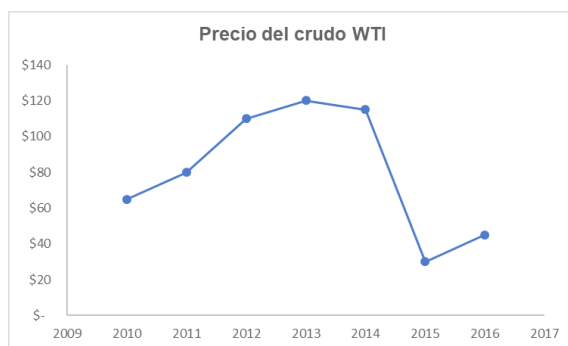


Figura 1: Comportamiento del precio del petróleo.

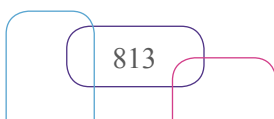
Fuente: Ekos  
Elaborado: Por los autores

Otro fenómeno que empezó a tener auge en el país en la década pasada fue el crecimiento de la matriz productiva en sectores estratégicos como la ampliación de aeropuertos, carreteras nuevas, puentes, dieciséis hidroeléctricas nuevas entre otras.

Para todos estos casos incluido el petróleo el mayor cliente potencial era el sector público, orientando a todos los oferentes de bienes y servicios a sus formas de contratación cada vez más exigentes tales como plazos extensos de pago, tasas de multas rigurosas por incumplimiento, certificaciones innecesarias, entre otras.

De a poco la oferta de bienes y servicios metalmecánicos fueron decayendo a partir del 2014 hasta la fecha en todos los sectores citados.

En la investigación se encontró que los factores considerados mayoritariamente para la compra de productos metal mecánicos son las variables precio, calidad y tiempo de entrega.





“El precio de un producto bien diseñado y comercializado puede fijarse en un nivel más alto, lo que permite cosechar más ganancias. Sin embargo, la nueva realidad económica ha causado que muchos consumidores restrinjan su gasto y, en consecuencia, una buena cantidad de empresas ha tenido que revisar con cuidado sus estrategias de fijación de precios” (1).

Bajo estos parámetros los empresarios se ven obligadas a llevar estrategias de marketing más competitivas y agresivas para permanecer en el mercado.

Apostar a la innovación en productos metalmecánicos con alianzas a las universidades que hacen investigación es una alternativa que se debe considerar al igual que la participación directa o indirecta en ferias locales de la construcción realizadas trimestralmente en la ciudad de Quito por varios gremios o realizar alianzas estratégicas con las empresas grandes que quedaron en el mercado para abastecer a los pocos proyectos de mantenimiento y de carácter urgente que aún lleva a cabo el área petrolera es otra alternativa, es decir incursionar en el outsourcing de servicios.

También se puede citar como opción las alianzas estratégicas con empresas que siempre estuvieron en el mercado de la construcción es otra alternativa, donde se puede ofertar la prestación de servicios de ingeniería, alquiler de maquinaria pesada, mano de obra para trabajos de campo, planeación y seguimiento de proyectos, entre otros.

Las primeras decisiones que toman los empresarios son revisar los planes estratégicos a largo plazo propios de cada compañía, parar o descartar por completo las ampliaciones del área productiva, parar las importaciones, renegociaciones de deudas, solicitudes de plazos más largos para la compra de insumos y materia prima, entre otros.

La siguiente decisión que adoptan la mayoría de los empresarios es revisar las nóminas de personal, y a inicios del 2015 empiezan con la cancelación de ofertas laborales fenómeno que se observa hasta la fecha.

Por otro lado, el sector de la construcción en el sector privado se mantuvo a pesar de las dificultades económicas que el país atravesó tal como se indica en la figura 2, en este mercado los productos metalmecánicos que se usan son las vigas, láminas de acero, accesorios, entre otros, para las edificaciones como son naves industriales, puentes grúa, vigas y columnas entre otros.



Figura 2: Porcentaje de desempleo por sector

Fuente: El Universo  
Elaborado: Por los autores

Para formular y analizar de mejor manera el problema se utilizó el método científico.

“Un conjunto de seis pasos que define las tareas que deben cumplirse al realizar una investigación de mercados. Incluye definición del problema, desarrollo del enfoque del problema, formulación del diseño de investigación, trabajo de campo, preparación y análisis de datos, preparación y presentación del informe.” (2).

La investigación de mercado desarrollada se dividió en dos partes. En primera instancia se consideró la investigación exploratoria con un marco teórico, datos secundarios, entrevistas, grupos focales, luego la segunda fase que corresponde a la investigación descriptiva consideró los resultados estadísticos de la investigación exploratoria, para plantear la hipótesis y objetivos.

El resultado de la investigación de mercado dio lugar a la demostración de la hipótesis planteada. La industria de la construcción de obras civiles donde utilizan estructura metálica es un mercado potencial dónde es factible incursionar. De esta forma se desarrolla estrategias de marketing para establecer planes de acción que deben ser considerados en la incursión a un mercado diferente al actual.

La investigación expresa el propósito del mismo resumiendo el fundamento lógico del estudio de mercado, las técnicas, métodos y herramientas utilizadas para el análisis de resultados para demostrar su viabilidad, se detallan los principales resultados del estudio para su mejor comprensión.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

“El método científico se entiende como el conjunto de postulados, reglas, y normas para el estudio y la solución de problemas.” (3).

Para el desarrollo del presente trabajo se considera el concepto de Bernal, y se toma como referencia el método científico.

Se siguieron los pasos correspondientes como es planteamiento el problema, construcción del modelo teórico, planteamiento de la hipótesis central, recopilación de datos, aplicación de pruebas, conclusiones y sugerencias para trabajos posteriores.

Se consideró iniciar con la investigación exploratoria como paso inicial en una serie de estudios diseñados para suministrar información para la toma de decisiones.

Mediante la metodología causa-efecto con la espina de pescado de Ishikawa se planteó el problema y el diseño de la investigación descriptiva abarcó el planteamiento de objetivos.

### *Planteamiento de la hipótesis*

“El mercado potencial más atractivo para los servicios y bienes metalmecánicos se encuentra en la minería, construcción civil, y agroindustrial.”

La investigación de mercado utilizó el método cuantitativo para la recolección de datos, y fue dirigida a empresas de los tres sectores industriales considerados en la hipótesis.

El estudio se realizó básicamente enfocado en la inversión privada; las sugerencias obtenidas en las entrevistas a los altos dirigentes de los gremios de esta rama como son Fedimetal, Cámara de la producción, Colegio de Ingenieros mecánicos, Cámara de la industria de la construcción y gerentes de varias empresas fortalecieron los resultados obtenidos en la investigación descriptiva.

El tamaño de la muestra se calculó con métodos probabilísticos de muestreo aleatorio simple, con un 95% de confianza.

A continuación, se pronosticó los resultados que sirvieron para formular las estrategias de marketing y su viabilidad financiera con resultados positivos para la investigación.

La agroindustria si en verdad no demanda equipos o bienes metalmecánicos en grandes montos económicos lo hace con equipos en acero inoxidable lo cual no se presenta atractivo por los volúmenes e inversiones inferiores a los considerados rentables.

### 3. RESULTADOS

Las industrias investigadas consideran tres aspectos muy importantes al momento de adquirir bienes metalmecánicos que son la calidad, el costo y los plazos de entrega donde los costos y plazos de entrega son variables donde hay que considerar al momento de presupuestar o encontrar nuevos clientes.

Estos resultados indican que la construcción de obras civiles es la mejor opción de entre las tres industrias estudiadas ya que presenta una estabilidad en el mercado en los últimos cinco años.

El resultado obtenido en el trabajo de investigación nos permite conocer que en la industria de la construcción los factores de decisión de compra de bienes metalmecánicos son el costo como primer factor decisivo, la calidad es percibida por los clientes como segundo factor de compra y los plazos de entrega en conjunto con la tecnología utilizada son los que determinan al momento de adquirir bienes metalmecánicos.

Para hallar el mercado meta se consideró a las industrias que respondieron que el factor de decisión de compra prioritario para sus organizaciones es la calidad ya que es un factor que se puede modificar en las empresas, ya sea con rediseños en la etapa de ingeniería, puntos de control más rigurosos, nuevas tecnologías, nuevas formas de manufactura, entre otras.

Si bien el precio es el factor más importante al momento de elegir un producto según los resultados, este se puede conseguir con la decisión de los altos directivos de cada compañía como es el de bajar la rentabilidad al momento de cotizar sus productos es decir castigar a la utilidad en el precio final siempre y cuando esta estrategia no involucre bajar la calidad en los productos terminados.

Giro de las industrias			Utilizan acero comercial	
			Si	%
Agroindustria	Factor 1 para adquirir bienes metalmecánicos	Costo	3	42,86%
		Calidad	4	57,14%
	<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>
Construcción	Factor 1 para adquirir bienes metalmecánicos	Costo	20	31,25%
		Calidad	41	64,06%
		Plazos de entrega	3	4,69%
	<b>Total</b>		<b>64</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 1: Factor de compra por sector

Fuente: Por los autores  
Elaborado: Por los autores

En la tabla anterior notamos los factores que consideran las industrias de la Agroindustria y Construcción al momento de adquirir bienes metalmecánicos donde se destaca la calidad seguido por el costo de los bienes a adquirirse.

Bienes	Agroindustria		Construcción	
	Toneladas	USD	Toneladas	USD
Perfil	15000	\$375.000.000	95120	\$2.378.000.000
Recipientes	400	\$6.000.000	1500	\$22.500.000
Láminas	1110	\$11.100.000	4200	\$42.000.000
Tubería, tanques	2500	\$45.000.000	3400	\$61.200.000
<b>Total</b>	<b>3283</b>	<b>\$437.100.000</b>	<b>104220</b>	<b>\$2.503.700.000</b>

Tabla 2: Inversiones en metalmecánica por sector

Fuente: Por los autores  
Elaborado: Por los autores

Como se observa en la tabla 2, la cantidad y montos aproximados que invierten anualmente las industrias de la Agroindustria y Construcción en tipos de productos metalmecánicos, donde el perfil es el producto de mayor demanda.

La investigación arroja números importantes para la toma de decisiones por directivos de las compañías, números que deben servir como guía y ser aterrizados de acuerdo a la realidad de cada empresa y conforme el análisis previo de estrategias que se sugieren sean considere las matrices de crecimiento de mercado y productos BCG y en la de negocios General Electric, como punto de partida y replantear los nuevos mercados a incursionar o en otros casos reforzar su estrategia de ventas.

El mercado es dinámico y flexible y así deben ser las estrategias que considerar para el cumplimiento de las metas a mediano y largo plazo, para este estudio se verifica ampliamente que el giro del negocio de servicios petroleros está en la actualidad contraído por tanto obligadamente desde el punto de vista de marketing se debe buscar alternativas para el sector de la construcción de bienes metalmecánicos.

#### 4. DISCUSIÓN

Existe un crecimiento equilibrado en las industrias de la construcción, minería, agroindustria, manufactura entre otros en el país, viéndose reflejado estos índices en sus aportaciones al PIB.

El trabajo de investigación arrojó como resultado que las industrias de la Construcción y Agroindustrias presentan una oportunidad de inversión en nuevos proyectos para el sector económico de la metalmecánica.

Los productos con mayor demanda con los de acero comercial tales como perfiles para puentes, naves industriales, edificaciones, tuberías, equipos de procesos entre otros.

Las estrategias desarrolladas en el presente estudio, en conjunto con la evaluación financiera con tasas de rendimiento mayores al 18% y análisis de los diferentes escenarios como que pueden presentarse en el desarrollo del proyecto muestran que es viable la inversión e incursión en estas nuevas líneas de negocio.

A pesar de que el país vive en la actualidad una recesión económica las estadísticas obtenidas en el estudio para los escenarios desfavorables se observa que el sector de la construcción se mantiene fijo en el último año esto permite con los argumentos más conservadores que las inversiones van a obtener rendimientos positivos.

## 5. CONCLUSIONES

Para las empresas que participan en el giro de negocios de bienes y servicios metalmecánicos existen alternativas para poder ofertar sus productos adicionales a los del mercado petrolero, es así que con cambios en algunos casos leves en sus organizaciones se pueden incursionar en nuevos mercados como por ejemplo el de la construcción civil, estos cambios se pueden citar en la contratación de nuevo personal de ingeniería para el diseño de nuevos productos, incursionar en la prestación de servicios como el de soldadura, ensayos no destructivos o el de montaje ya que el know how es una debilidad actual que se puede mejorar con la intervención en nuevos proyectos.

Las expectativas que se observa en el sector petrolero son poco alentadoras a corto plazo.

## REFERENCIAS

1. Philip Kotler, Gary Armstrong, (2012). Marketing Versión para Latinoamérica. México: Pearson educación, 11va Ed.
2. Malhotra, Naresh K, (2008). Investigación de Mercado. México: Pearson educación, 5ta edición.
3. Bernal César, (2010). Metodología de la investigación, Colombia: Pearson. 3ra Ed.
4. Stanton, Etzel, Walker, (2000). Fundamentos de Marketing, México: Mc Graw Hill, 11va Ed.
5. Lambin J. (2002) Marketing Estratégico. México: Mc Graw Hill 5ta Ed.
6. Levim-Rubin, (2004). Estadística para la administración y economía. México: Pearson, 7ma Ed .

7. Montufar Rafael, (2008) Desarrollo organizacional. México: Mc Graw Hill, 3ra Ed.
8. Kotler Philip, (2000). Dirección de marketing. Madrid: Prentice-hall, 10ma Ed.
9. Michael E. Porter, (1991). Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un diseño superior: Argentina, Real Argentina S.A.
10. Lamb, Hair. Mc Daniel, (2011). Marketing. México: Cengage Learning Editors, S.A, 11va Ed .
11. Manual de publicaciones de la American Psychological Association (2010). México:
12. Editorial El manual moderno S.A., 2da Ed.
13. Revista de negocios Ekos (febrero 3 del 2014), ventas de las empresas industriales en el 2011.
14. Montenegro M., Zamora M., (2011). Identificación y evaluación de los principales factores que inciden en el incremento de los costos de producción de laminación en Andec S.A, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador.
15. Loor O, (2009). Plan Estratégico de Marketing para la comercialización de equipos electrónicos de control destinados a la automatización de viviendas y edificios en la Ciudad de Quito, en la empresa Ciemtelcom S.A., Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Sangolquí, Ecuador.
16. Mahuad M, (2007). Plan estratégico de marketing para Patiño Crespo y Cantos constructores en la ciudad de Quito, Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Sangolquí, Ecuador.
17. Grandes S, (2007). Plan de marketing para la línea de productos y servicios petroleros Halliburton security dbs drill bits Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Sangolquí, Ecuador.
18. Sandoval D, (2009). Plan de Marketing Electrónico para la Empresa Edificasa de
19. servicios Profesionales y Arquitectónicos de Construcción, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito Ecuador.
20. Arboleda M, (2007), Plan de mercadotecnia para la empresa Arcomet, que permita optimizar su gestión comercial en el mercado de la industria metalmecánica en la ciudad de Quito, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito Ecuador.
21. Cockl J.P., (2004), Planteamiento estratégico del sector textil exportador del Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Santiago de Surco, Perú.
22. Córdova J, (2014). Propuesta estratégica de marketing para el mercado potencial de servicios y bienes metalmecánicos para la empresa industria acero de los andes, 2014, Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador.
23. Paz J. (2016), Investigar, escribir y publicar. Ecuador: EPN Editorial, 1ra Ed.



# ACTIVIDAD INHIBITORIA DEL EXTRACTO DE GERANIO (*Pelargonium x domesticum*) SOBRE HIALURONIDASA

(INHIBITORY ACTIVITY OF GERANIUM EXTRACT  
(*Pelargonium x domesticum*) ON HYALURONIDASE)

Gisela Alexandra Pilco Bonilla<sup>(1)\*</sup>, Diego Renato Vinueza Tapia<sup>(1)</sup>,  
Karen Lisseth Acosta León<sup>(1)</sup>, Ana Soledad Sánchez Carrasco<sup>(1)</sup>,  
Susana Del Pilar Abdo López<sup>(1)</sup>.

(1) Laboratorio de Productos Naturales. Facultad de Ciencias,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur km 1 ½, CP 060155,  
Riobamba - Ecuador

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

## RESUMEN

El Ecuador posee un alto porcentaje de población indígena, y la mayoría de comunidades hace uso de la sabiduría ancestral para tratar diversas afecciones. Estas poblaciones están rodeadas de especies nativas e introducidas, que las emplean para aliviar dolencias y además como parte de su alimentación. La investigación tuvo como objetivo realizar el tamizaje fitoquímico de hojas y flores de *Pelargonium x domesticum* (PD), cuantificar fenoles totales y flavonoides mediante espectrofotometría U.V y determinar la actividad inhibitoria de PD sobre la enzima hialuronidasa midiendo la cantidad de N-acetilglucosamina liberada por método espectrofotométrico. De los metabolitos secundarios que se evidenciaron, específicamente los compuestos fenólicos hacen que PD sea una alternativa interesante como inhibidor frente a la hialuronidasa tanto bovina como la presente en el veneno de cobra *Naja naja*, por lo que podría ser considerada una especie prometedora para el uso como antídoto contra la acción tóxica de venenos de serpientes.

**Palabras claves:** *Pelargonium x domesticum*, hialuronidasa, veneno de *Naja naja*.

## ABSTRACT

Ecuador has a high percentage of indigenous population, and most communities make use of ancestral wisdom to treat various conditions. These populations are surrounded by native and introduced species, that are used to relieve ailments and as part of their diet. The aim of the research was to carry out phytochemical screening of leaves and flowers of *Pelargonium x domesticum* (PD), quantify total phenols and flavonoids by U.V spectrophotometry and determine the inhibitory activity of PD on enzyme hyaluronidase measuring the amount of N-acetylglucosamine released by spectrophotometric method. Of the secondary metabolites that were evidenced, specifically the phenolic compounds make that PD an interesting alternative as an inhibitor against both bovine and cobra venom hyaluronidase *Naja naja*, it could be considered a promising species for use as an antidote against the toxic action of snake venoms.

**Key words:** *Pelargonium x domesticum*, hyaluronidase, poison of *Naja naja*

## 1. Introducción

El conocimiento tradicional y popular de los pueblos constituye un punto de partida importante para la investigación, debido a que ayuda a minimizar tiempo y a invertir recursos de manera racional. Esta orientación permite una búsqueda dirigida y la comprobación científica de muchos compuestos derivados de plantas, con potencial uso en el ámbito farmacéutico. La etnia indígena en Ecuador representa el 7% del total de la población ecuatoriana, siendo considerada una fuente importante de informantes, debido a que aún mantienen prácticas basadas en la sabiduría ancestral. (1) De la vasta flora que usan las comunidades indígenas ecuatorianas para tratar sus diferentes afecciones, se presenta la familia Geraniaceae constituida por 11 géneros, entre ellos *Pelargonium* (2), caracterizados por ser plantas llamativas no sólo por la forma de los pétalos y flores, sino también por sus colores y la presencia de compuestos como flavonoles y carotenoides, principales responsables de la pigmentación (3). El género *Pelargonium* es nativo de África y fue introducido en el Ecuador, identificándose en el país 3 géneros nativos (2), han sido descritas especies como *Pelargonium graveolens* (Esencia de rosa), *Pelargonium sp.* (Geranio) y *Pelargonium odoratissimum* (L)(Malva olorosa) (4), siendo las dos últimas usadas tradicionalmente para el dolor de estómago (5). En Perú el aceite esencial de geranio es empleado por su acción antiinflamatoria, antiséptica, coagulante, y cicatrizante (6), mientras que en África del Sur se reporta el uso de *Pelargonium sidoides* y *Pelagornium reniforme* como agentes antibacterianos, presentando actividad frente a microorganismos Grampositivos (*Streptococcus beta hemolítico*) y Gramnegativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) (7), usados también como antidiarreicos y en el tratamiento de bronquitis aguda (8) incluyendo tuberculosis (9)(10)(11). Investigaciones de *P. sidoides* indican que reduce la sobrevivencia intracelular de *Leishmania donovani* y que presenta efectos sobre el sistema inmunitario no específico (12). Otra especie *Pelargonium citrosa* presenta toxicidad sobre el vector de la malaria *Anopheles stephens* (13). En cuanto a la composición química de *P. sidoides* y *P. reniforme*, se han reportado compuestos como taninos y cumarinas simples altamente oxigenadas (9) (14), flavan-3-oles y proantocianidinas poliméricas asociadas (7). De manera general, estudios fitoquímicos de diferentes especies de *Pelargonium* indican que los constituyentes varían según la especie y otros factores, sin embargo compuestos como miricetina, protoantocianidinas y quercetina mantienen su presencia en gran parte de las especies con relativa constancia (15).

Los flavonoides son compuestos ampliamente estudiados por la variedad de efectos que presentan; incluyendo acción antiinflamatoria, antialérgica, antiviral, intervención en las reacciones de peroxidación lipídica, inhibición del avance tumoral, favorecimiento de la síntesis de DNA, RNA, proteínas (16)(17) y exhibición de actividad inhibitoria sobre la enzima hialuronidasa, tanto *in vivo* como *in vitro* (18)(19)(20). Los distintos tipos de hialuronidasa son enzimas con capacidad despolimerizante o hidrolizante del ácido hialurónico, que ejercen su

acción probablemente por ruptura de los enlaces glucosaminídicos, dando lugar a unidades de oligosacáridos (21). Estas enzimas están involucradas en reacciones alérgicas (22), migración de las células cancerígenas (23) y se ha descubierto que cumplen un rol esencial en el ingreso del veneno a través de los tejidos de la víctima; siendo considerado un factor de propagación (24) que causa daño de la matriz extracelular en el sitio de la mordida (25), el cual se verifica por activación de metaloproteinasas de las familias metzincina y miotoxinas (26)(27). La inhibición de estas enzimas no disminuye el deterioro del tejido, sin embargo, podría retardar la distribución de sustancias tóxicas, y prolonga la sobrevivencia. Según los resultados de una investigación previene la muerte en ratones que recibieron dosis letales de venenos de *Naja kaouthia* y *Calloselasma rhodostoma* (28). En este mismo sentido se ha investigado la relación estructura-actividad de 31 flavonoides y su acción sobre hialuronidasa bovina, siendo presumiblemente los taninos, los compuestos que inhiben completamente a la hialuronidasa, seguidos en un porcentaje importante por los flavonoides luteolina, apigenina, kaempferol y silibina (24).

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Material vegetal

Las hojas y flores de *Pelargonium x domesticum* fueron recolectadas en Ecuador, provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Izamba, sector la Victoria, en el vivero “El trébol” (2500 m.s.n.m.).

#### 2.1.1 Tamizaje fitoquímico

30 g de hojas trituradas (molino Marca Arthur H. Thomas C.O) fueron sometidas a extracciones sucesivas con solventes de polaridad creciente: éter etílico, alcohol y agua. Sobre las soluciones obtenidas fue realizada la identificación de los principales metabolitos secundarios mediante los ensayos de Dragendorff, Mayer, Wagner, Baljet, Borntrager, Liebermann – Buchard, Fehling, prueba de catequinas y resinas.(29)(30)

#### 2.1.2 Extracto hidroalcohólico

5 g de material vegetal seco y molido (2-3 mm) fue macerado en metanol 60% v/v por 24 horas y sometido a reflujo durante 3 horas. Posteriormente, el extracto fue desengrasado con hexano, filtrado y concentrado. El extracto se redisolvió con una mezcla de agua - metanol (3:1). Sobre el extracto redisoluelto se añadió acetato de etilo, y se separó la fase orgánica, que fue concentrada para obtener el extracto de acetato de etilo que contiene la fracción flavónica de interés, formándose cristales de color amarillo-marrón.

## 2.2 Identificación y cuantificación

Se reconstituyó el extracto de acetato de etilo con el propio solvente, de la solución formada se aplicó 20 µL en una placa cromatográfica de capa fina (sílica gel 60G F-254). La fase móvil fue cloroformo: metanol: agua (40:9:1) (31), y como estándares luteolina, quercetina y apigenina.

### 2.2.1 Cuantificación de fenoles totales mediante el reactivo de Folin Ciocalteu

Se prepararon soluciones de ácido gálico a diferentes concentraciones 5, 10, 20, 40 y 60 mg/L, sustancia que fue usada como estándar. Las muestras y estándares fueron preparadas tomando 2 mL de solución de extracto de PD o estándar, a los que se añadió 0.5 mL de reactivo Folin – Ciocalteu 20 %, después de 5 min se agregó 0.5 mL de solución de carbonato de sodio saturada (75 g/L) y 5 mL de agua destilada. Se dejó reposar la mezcla durante 1 hora, en oscuridad a temperatura ambiente, para medir la absorbancia a 765 nm. Los datos de absorbancia de la muestra se interpolaron en la curva de calibración de ácido gálico (concentración vs absorbancia) y los resultados se expresaron en miligramos equivalentes de ácido gálico (GAE) por gramos de extracto seco (32) (33).

### 2.2.2 Cuantificación de flavonoides totales mediante método colorimétrico con $AlCl_3$

Se tomó 1 mL de la muestra (extracto de acetato de etilo), se añadieron 4 mL de agua destilada, a tiempo cero se agregó 0.3 mL de  $NaNO_2$  al 5%, después de 5 min se añadió 0.3 mL de  $AlCl_3$  al 10%, se esperaron 6 min y se agregaron 2 mL de  $NaOH$  1 M, se mezcló y se dejó reposar por 5 min a temperatura ambiente cubierto de la luz. La mezcla desarrolló un color rosa y la absorbancia fue registrada a 510 nm. Se usó como estándar quercetina a diferentes concentraciones 20, 40, 60, 80 y 100 mg/L. Se realizó el mismo procedimiento y se trazó la curva de concentración vs absorbancia (34).

## 2.3 Inhibición de hialuronidasa

### 2.3.1 Inhibición de la hialuronidasa bovina

Se determinó mediante espectrofotometría la cantidad liberada de N-acetilglucosamina derivada de la degradación del hialuronato de sodio (35) (36)(37). Se tomaron 50 µL de hialuronidasa bovina y se disolvieron en buffer acetato 0.1 M (pH 3.6), la solución se mezcló con 50 µL de las diluciones de extracto correspondientes a las diferentes concentraciones de 0.625, 1.5, 2.5, 5, 10 y 20 mg/mL. Fue utilizado dimetilsulfóxido al 5% como solvente. Se ensayó el solvente (dimetilsulfóxido al 5%) como blanco. Las mezclas se incubaron a 37 °C durante 20 min. Posteriormente, se agregaron 50 µL de  $CaCl_2$  (12.5 M) necesario para activar la enzima, incubándose a 37 °C por 20 min adicionales. Se añadieron 250 µL de hialuronato de sodio (1.2 mg/mL), se incubó la mezcla por

40 min a la misma temperatura. Se adicionaron 50  $\mu\text{L}$  de NaOH 0.4 M y 100  $\mu\text{L}$  de borato de sodio 0.2 M, se sometió la mezcla a baño de agua hirviendo por 3 min. Después de enfriar se agregaron 1.5 mL de p-dimetilaminobenzaldehído (4 g de p-dimetilaminobenzaldehído se disolvieron en 50 mL de HCl 10 N con 350 mL de ácido acético glacial) se incubó bajo las mismas condiciones anteriores hasta que se desarrolló color (38). Se midió la absorbancia a 585 nm en un espectrofotómetro, el resultado fue expresado como porcentaje de inhibición (35) siguiendo la fórmula:

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{Ac - As}{Ac} \times 100$$

Donde:

Ac= absorbancia del control

As= absorbancia de la muestra a diferentes concentraciones

### 2.3.2 Inhibición de la hialuronidasa del veneno de cobra *Naja naja*

100  $\mu\text{g}$  de veneno de cobra se disolvieron en 20  $\mu\text{L}$  de solución de cloruro de sodio al 0.9%, se incubaron a 37 °C con 50  $\mu\text{g}$  de ácido hialurónico disuelto en 250  $\mu\text{L}$  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 del porcentaje de inhibición de la sección anterior (39) (40).

### 2.4 Análisis estadístico

La normalidad de los resultados del porcentaje de inhibición de la hialuronidasa bovina se analizarán mediante la prueba de Shapiro – Wilk, y posteriormente se aplicará un ANOVA y post-test de Tukey.

## 3. Resultados y discusión

Mediante el tamizaje fitoquímico se identificó en las hojas de PD la presencia de alcaloides, saponinas, compuestos fenólicos, catequinas y flavonoides; mientras que en las flores se observó metabolitos del tipo antocianidinas, Dichos compuestos coinciden con los reportados en la especie *Geranium robertianum*. Los derivados fenólicos, principalmente taninos, flavonoides, y ácidos fenólicos son compuestos característicos de la familia Geraniaceae (41)(42).

Estos resultados concuerdan con los encontrados en el extracto polar de *Pelargonium graveolens* donde se verificaron compuestos flavónicos; sin embargo, se reporta la presencia de cumarinas en *P. graveolens*, *P. sidoides* y *P. reniforme* (7) (34) compuestos que en PD no fueron detectados.

Según los valores correspondientes a los Rf obtenidos de la cromatografía en capa fina, los compuestos que presumiblemente fueron detectados en el extracto de hojas de *P. x domesticum* podrían ser miricetina, isoquercitrina y quercetina; y en las flores rutina, kaempferol-7-neohesperidósido y luteolina.

Los compuestos detectados coinciden con los reportados en el género *Pelargonium* (15)(3), y al parecer kaempferol y quercetina son característicos de la familia Geraniaceae (42).

El contenido de fenoles totales de PD en hojas fue de 72.67 mg GAE/g extracto y de flores 85.89 mg GAE/g extracto. Estudios realizados de *P. graveolens* reportaron en el extracto metanólico de flores 109.8 mg GAE/g extracto y en hojas de 84.1 mg GAE/g extracto, en tanto que en el extracto acuoso de flores y hojas se reportaron 60.76 mg GAE/g extracto y 54.71 mg GAE/g extracto (34). Estos resultados sugieren que la cantidad de fenoles totales difiere con la parte de la planta que es usada; así, el extracto de tallos de *P. graveolens* muestra un contenido de 34.88±2 mg GAE/ g, y en las hojas 102.44±1.63 mg GAE/ g (43)

Para la cuantificación de flavonoides mediante el método colorimétrico, se usó una curva de calibración con estándar de quercetina (coeficiente de correlación de  $R^2 = 0.9916$ ), obteniéndose concentraciones en flores de 139.04 ±2 mg QE/g extracto y en hojas de 103.65 ±2 mg QE/g extracto, siendo estas concentraciones mayores respecto a los resultados de *P. graveolens* del extracto metanólico de flores 78.4 mg QE/g extracto y en hojas de 71.2 mg QE/g extracto de (34); de igual manera, se cita que *P. graveolens* posee un contenido aproximado de 32.35±0.81 mg QE/g extracto de tallos, y de 101.87±1.03 mg GAE/g extracto de hojas (43).

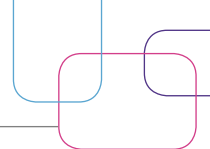
Al comparar los resultados y datos obtenidos de *P. x domesticum* respecto a los expuestos en otros estudios de *P. graveolens*, se puede decir que, *P. x domesticum* presenta mayor cantidad de flavonoides que *P. graveolens*, lo que podría deberse a diversos factores entre ellos, la zona climática en donde se desarrolla *P. x domesticum*.

Respecto a la inhibición de la hialuronidasa bovina, se encontró que la concentración de 0.625 mg/mL de los extractos de hojas y flores de PD presentaron un porcentaje de inhibición a la hialuronidasa bovina del 90.89% y 92.49% respectivamente. Se observó una relación inversamente proporcional entre la concentración de extracto y efecto inhibitorio como se puede observar en la tabla 1.

Se ha establecido que flavonoides con dobles enlaces entre el C2-C3, con grupos hidroxilos no sustituidos en las posiciones 5, 7, 4' y grupos cetona en la posición 4 confieren un potente efecto inhibitorio sobre la hialuronidasa bovina. (44)

Al confrontar los resultados de PD con los encontrados en investigaciones de





otras especies vegetales se observa que la actividad inhibitoria del extracto de PD es similar al obtenido con los extractos de las fracciones de glicósidos de *Caesalpinia paraguariensis* perteneciente a la familia Fabaceae a la concentración de 54.05  $\mu\text{g/mL}$  (45), mientras que PD presentaría un efector inhibitorio mayor que el exhibido por el extracto metanólico de *Garcinia indica* familia Clusiaceae a diferentes concentraciones (500, 750 y 1000  $\mu\text{g/mL}$ ) con porcentaje de inhibición de 87.6, 94, y 90.5 % respectivamente (37).

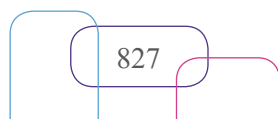
El extracto de flores de PD presentó mayor porcentaje de inhibición frente a la hialuronidasa del veneno de cobra *Naja naja*, a la concentración de  $9.0 \times 10^{-9}$   $\text{mg/mL}$ , inhibiendo un 60.67% de la actividad hialuronidásica del citado veneno. Al aumentar la concentración a 0.625  $\text{mg/mL}$  tanto de hojas como flores el porcentaje inhibitorio fue de 28,17% y 30.70% respectivamente.

Los extractos de hojas y flores de PD a una concentración de 0.625  $\text{mg/mL}$  alcanzaron el mayor valor inhibitorio a los 150 segundos sobre la hialuronidasa de veneno de cobra, con tendencia a disminuir a medida que avanzó el tiempo. Compuestos flavónicos como apigenina, luteolina y kaempferol ejercen una actividad inhibitoria dependiente de la dosis, los taninos condensados exponen una inhibición del 100% a concentraciones aproximadas de 50  $\mu\text{M}$ , seguido de luteolina 76.1%, apigenina 66.5%, kaempferol 56.1% y silibina 47.4% a concentraciones de 250  $\mu\text{M}$  (24)

La normalidad de los resultados del porcentaje de inhibición de la hialuronidasa bovina se analizaron mediante la prueba de Shapiro – Wilk, obteniéndose un valor de  $p=0.659$  de los tratamientos de las hojas, y un  $p=0.167$  para las flores, posteriormente se aplicó un ANOVA y post-test de Tukey y se comprobó que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Fracción flavónica	Concentración (mg/mL)	% De Inhibición de la hialuronidasa	
		Bovina	Del veneno de Naja Naja
Hojas	0.625	90.89	28.17
	1.500	66.20	17.23
	2.500	39.36	13.43
	5	16.47	10.57
	10	10.35	8.13
	20	2.77	2.67
Flores	$9 \times 10^{-9}$	-	60.67
	0.625	92.49	30.70
	1.500	66.55	19.19
	2.500	42.71	15.59
	5	22.23	12.47
	10	13.63	10.07
	20	4.81	4.80

Tabla 1. Porcentaje de inhibición de la hialuronidasa (bovina y del veneno de cobra *Naja naja*) de la fracción flavónica de hojas y flores *Pelargonium x domesticum*





#### 4. Conclusiones

Algunas de las actividades biológicas atribuidas a *Pelargonium x domesticum*, se deben a la presencia de sus metabolitos secundarios. Siendo los derivados fenólicos los componentes característicos de la familia Geraniaceae y los principales responsables de los efectos farmacológicos. En la investigación se comprobó una mayor inhibición enzimática a menores concentraciones de los extractos, además que la inhibición resultó mayor frente a las hialuronidasas bovinas que sobre las presentes en el veneno de cobra *Naja naja*, de igual forma, los extractos obtenidos de las flores exhibieron mayor acción que los extractos de las hojas, por lo que los resultados de la investigación podrían presentarse como una alternativa interesante como inhibidor frente a las hialuronidasas, siendo PD una especie prometedora para el uso como antídoto contra la acción tóxica de veneno de serpientes.

#### Agradecimientos

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

#### Conflicto de intereses

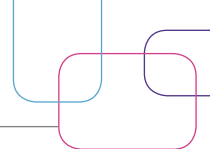
Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

#### Referencias

1. Chisaguano S. La población indígena del Ecuador. Quito - Ecuador: INEC; 2006. 31-41 p.
2. Macbride JF. Geraniaceae. In: Flora of Peru. 1949. p. 511-44.
3. Zealand N, Word K. PIGMENT CHEMISTRY AND COLOUR OF PELARGONIUM. 1998;47(3):355-61.
4. Aguirre AD. Colección y caracterización morfológica de la diversidad de plantas medicinales de las provincias de Loja y Cotopaxi. 2014.
5. Jerves - Andrade L, León-tamariz F, Peñaherrera E, Cuzco N, Tobar V, Ansaloni R, et al. Medicinal plants used in South Ecuador for gastrointestinal problems : An evaluation of their antibacterial potential. J Med Plant Res. 2014;8(45):1310-20.
6. Flores Huamán KV., Laime Soto S. Crema dental a base de las propiedades medicinales y terapéuticas del aceite esencial del geranio (*Pelargonium x hortorum*). CIEN DES. 2008;9:85-97.
7. Kayser O, Kolodziej H. Antibacterial Activity of Extracts and Constituents of *Pelargonium sidoides* and *Pelargonium reniforme*. Planta Med. 1997;63:508-10.
8. Matthys H, Eisebitt R, Seith B, Heger M. Efficacy and safety of an extract of *Pelargonium sidoides* (EPs 7630) in adults with acute bronchitis A randomised, double-blind, placebo-controlled trial. Phytomedicine. 2003;10:7-17.
9. Blatt S. Dissertation. In: Universität München. 1974.
10. Blatt S. ApothekerZtg. Dtsch. 117:1655-1660.
11. Watt C, Breyer-Brandwyk M. Medicinal and poison - ous plants of southern and eastern

- Africa. 1962;449–55.
12. Kayser O, Kolodziej H, Kiderlen AF, Wiley J. Immunomodulatory Principles of Pelargonium sidoides. 2001;126(February 2000):122–6.
  13. Jeyabalan D, Arul N, Thangamathi P. Studies on effects of Pelargonium citrosa leaf extracts on malarial vector, Anopheles stephensi Liston. Bioresour Technol. 2003;89:185–9.
  14. Kolodziej H, Kayser O, Gutmann M. Apotheker Ztg. Apotheker Ztg. 1995;135:853–64.
  15. Williams CA, Newman M, Gibby M. The application of leaf phenolic evidence for systematic studies within the genus Pelargonium (Geraniaceae). Biochem Syst Ecol. 2000;28:119–32.
  16. Harborne JB. Nature, distribution and function of plant flavonoids. In: Cody V ME and, J H, editors. Plant Flavonoids in Biology and Medicine: Biochemical, Pharmacological and Structure- Activity Relationships. New York; 1986. p. 15–24.
  17. Ferrel JE, Peter DG, Chong S, Leow G, King R, Mansour JM, et al. Structure/activity studies of tiavonoids as inhibitors of cAMP PDE and relationship to quantum chemical indices. Mol Pharmacol. 1979;16:556–68.
  18. Beiler JM, Martin GJ. Inhibition of hyaluronidase action by derivates of hesperidin. J Biol Chem. 1948;174:31–5.
  19. Rodney G, Swanson AL, Wheeler LM, Smith GN, Worrel C. The effect of a series of flavonoids on hyalouruidase and some other related enzymes. J Biol Chem. 1950;183:739–41.
  20. Kakegawa, Hisao. Matsumoto, Hitoshi. Endo, Koichi. Satoh, Toshio. Nonaka, Gen-Ichiro. Nishioka I. Inhibitory effects of tannins on hyaluronidase activation and on the degranulation from rat mesentery mast cells. Chem Pharm Bull. 1985;11(33):5049–82.
  21. Mathews, M. B., & Dorfman A. Inhibition of hyaluronidase. Physiol Rev. 1955;35 (2):381–402.
  22. Kakegawa H, Matsumoto H, Satoh T. Inhibitory effects of hydrangenol derivatives on the activation of hyaluronidase and their antiallergic activities. Planta Med. 1988;54:385–9.
  23. Cameron E, Pauling L, Leibovitz B. Ascorbic acid and cancer: a review. Cancer Res. 1979;39:663–81.
  24. Kuppasamy UR, Khoo HE, Das N. Structure - activity studies of flavonoids as inhibitors of hyaluronidase. Biochem Pharmacol. 1990;40(2):397–401.
  25. Kini RM. Venom Phospholipase A2. In: Enzymes: Structure, Function and Mechanism. New York; 1997. p. 1–28.
  26. Anai K, Sugiki M, Yoshida E, Maruyama M. Neutralization of a snake venom haemorrhagic metalloproteinase prevents coagulopathy after subcutaneous injection of Bothrops jararaca venom in rats. Toxicon. 2002;40:63–8.
  27. Girish KS, Jagadeesha DK, Rajeev KB, Kemparaju K. Snake venom hyaluronidase: an evidence for isoforms and extracellular matrix degradation. Mol Cell Biochem. 2002;240:105–10.
  28. Yingprasertchai, S. Bunyasrisawt, S. Ratanabanangkoon K. Hyaluronidase inhibitors (sodium cromoglycate and sodium auro-thiomalate) reduce the local tissue damage and prolong the survival time of mice injected with Naja kaouthia and Calloselasma rhodostoma venoms. Toxicon. 2003;42:635–646.
  29. Ruíz Reyes SG, Venegas Casanova EA, Chávez Gaona MA, Eustaquio Saldarriaga CL. Identificación preliminar de los metabolitos secundarios de los extractos acuosos y etanólicos del fruto y hojas de Morinda citrifolia L. “noni” y cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales. UCV-Scientia. 2010;2(2):11–22.
  30. M M. Normas de drogas crudas, extractos y tinturas. In: Varela EEPF, editor. Farmacognosia y productos naturales. 6th ed. Habana - Cuba; 2006. p. 32–62.

31. Erdem Y, Tsuchiya K, Takaishi Y, Kawazoe K. Isolation and characterization of free radical scavenging flavonoid glycosides from the flowers of *Spartium junceum* by activity-guided fractionation. *J Ethnopharmacol.* 2000;73:471–8.
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. Huang S-H, Ng L-T. Quantification of polyphenolic content and bioactive constituents of some commercial rice varieties in Taiwan. *J Food Compos Anal [Internet].* 2012;26:122–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2012.03.009>
34. 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.
35. 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.
36. Lee, K.K. Choi JD. The effects of *Areca catechu* L. extracts on anti ageing. *Int J Cosmet Sci.* 1999;21:285–294.
37. Sahasrabudhe A, Deodhar M. Anti-hyaluronidase, anti-elastase activity of *Garcinia indica*. *Int J Bot.* 2010;299–303.
38. Ratnasooriya WD, Abeysekera 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>
39. Reissig, J.L. Strominger, J.L. Leloir LF. A modified colorimetric method for the estimation on N-acetyl amine sugar. *J Biol Chem.* 1955;217:959–966.
40. Machiah DK, Girish KS, Gowda TV. A glycoprotein from a folk medicinal plant, *Withania somnifera*, inhibits hyaluronidase activity of snake venoms. 2006;143:158–61.
41. Harborne JB, Williams C. Phytochemistry of the genus *Geranium*. In: Lis-Balchin M, editor. *Geranium and Pelargonium—The Genera Geranium and Pelargonium*. London: Taylor & Francis; 2002. p. 20–9.
42. Grac VC, Ferreira ICFR, Santos PF. Phytochemical composition and biological activities of *Geranium robertianum* L.: A review. 2016;87:363–78.
43. Čavar S, Maksimović M. Antioxidant activity of essential oil and aqueous extract of *Pelargonium graveolens* L'Her. *Food Control.* 2012;23(1):263–7.
44. Kuppasamy U., Das N. Inhibitory effects of flavonoids on several venom hyaluronidases. *Experientia.* 1991;47:13–7.
45. Sgariglia MA, Soberón JR, Sampietro DA, Quiroga EN, Vattuone MA. ACTIVIDAD INHIBITORIA DE HIALURONIDASA EN EXTRACTOS DE *Caesalpinia paraguariensis* (D. PARODI) BURK. (FABACEAE). *Boletín Latinoam y del Caribe Plantas Med y Aromáticas.* 2007;6(5):274–5.



# BUEN HUMOR Y EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

(GOOD HUMOR AND UNIVERSITY EDUCATION)

E. Zambrano Cedeño<sup>1\*</sup> D. Loor Lara<sup>1</sup> M. Palma Villavicencio<sup>1</sup>

(1) Universidad Técnica de Manabí. Cod. Postal 130103

\* Correspondencia: erzambrano@utm.edu.ec (E. Zambrano Cedeño) 0985980079.  
lornacrazy@hotmail.com, mpalma@utm.edu.ec

## RESUMEN

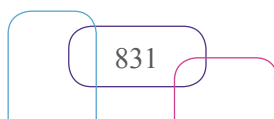
Este trabajo trata sobre el buen humor dentro del ámbito educativo universitario, precisamente en las asignaturas de Comunicación y Lenguaje e Inglés, se puede decir que es el entorno y el ambiente de aprendizaje que el docente propicia para poder desarrollar las capacidades de cada uno de sus estudiantes. El objetivo principal fue de demostrar cómo a través del buen humor se logran mejores resultados en cuanto a la calidad de los aprendizajes, La metodología aplicada fue no experimental, de tipo descriptiva, con enfoque cuali-cuantitativo, basándose en tres técnicas: encuestas, historias de vida y fichas de observación. La población fue tomada de los estudiantes de primer nivel de carrera, cuya muestra se determinó considerando un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%, para el cálculo se utilizó una plantilla web certificada. Los resultados que se obtuvieron fueron los esperados, denotando así la necesidad de incluir el buen humor como técnica didáctica. Se concluye con la teoría de que el aplicar el buen humor en el aula de clases es una ayuda efectiva para lograr aprendizajes significativos en el estudiante.

**Palabras clave:** *buen humor, educación universitaria, pedagogía.*

## ABSTRACT

This work is about good humor in the university educational field, precisely in the subjects of Communication and Language and English, it can be said that it is the environment and the learning environment that the teacher conducive to develop the skills of each of their students. The main objective was to demonstrate how good results can be achieved through good humor in terms of the quality of learning. The methodology applied was non-experimental, descriptive, with a qualitative-quantitative approach, based on three techniques: surveys, histories of life and observation cards. The population was taken from the first level students, whose sample was determined considering a margin of error of 5% and a confidence level of 95%, for the calculation a certified web template was used. The results obtained were as expected, denoting the need to include good humor as a teaching technique. It concludes with the theory that applying good humor in the classroom is an effective aid to achieve significant learning in the student.

**Keywords:** *good humor, university education, pedagogy.*



## 1. Introducción

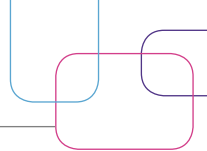
Se empezará exponiendo que el humor es esa fuerza que da la vitalidad para seguir viviendo, para seguir luchando y es por eso, precisamente, y tal como lo expone Abad (2009) (1) que se encuentra constantemente bombardeado en tiempos de conflicto, pues se sabe que el ser humano sin tener esa energía que da el humor está acabado. (Alpízar y Salas 2010) (2)

¿Por qué no aplicar buen humor en el aula de clases?, ¿cuál es el temor? Seguramente muchos docentes se harán esa pregunta en cada periodo académico, al momento de emprender la aventura de enseñar, pues los patrones de conducta no son los apropiados para realizar ese acometido. No obstante, si han existido momentos educativos donde el profesor expone algo de manera cómica, alguna anécdota, alguna experiencia *sui generis* y ha provocado distender el ambiente de aula y sin darse cuenta logró ese día algún aprendizaje especial en sus estudiantes.

Dentro de este contexto se puede explicar la teoría del buen humor dentro del aula de clases, ya que en la actualidad el estudiante es un ente proactivo dentro del salón y por ende debe de interactuar con sus compañeros y su docente (Zambrano y Barcia 2016) (3). A decir de este criterio, se debe entender claramente que el docente no puede, no debe permanecer en el aula estático y sólo pensando en dictar la cátedra o tomar una evaluación, pues el alumno le puede plantear una situación distinta al escenario de clases y éste debe reaccionar, replantear la situación y transformarla en algo positivo para el grupo. Muchas veces el aula de clases se vuelve el entorno más seguro para alguien que en su casa o su ambiente más cercano no tiene confianza y debe existir en ella un ambiente motivador. (ver tabla 1)

En la nueva dinámica de la educación universitaria, dejando a un lado la pedagogía tradicional, basada en la conducción del niño, ahora, en el plano moderno, se hace eco en la conducción, exposición, discusión, debate de ideas, no sólo del niño sino, del estudiante de pre grado, pues éste hará interrogantes nuevas, querrá conocimientos nuevos, está inmerso dentro de la tecnología, por lo tanto, tiene la información a la mano pero desea respuestas claras y concretas de la realidad en la que se desenvuelve, hay que recordar que el ambiente de educación superior, va a reforzar los temas aprendidos en la educación básica y el bachillerato, entonces el hecho educativo debe ser un espacio para la promover nuevas ideas que surjan dentro de la discusión.

La real pregunta nace en el momento que se dice ¿hay humor en el docente? ¿debe haber humor en el docente? ¿qué se entiende por buen humor en el docente? ¿en todas las asignaturas se podrá aplicar el buen humor? Las respuestas a éstas interrogantes, se las encuentra en la tabla 3 de este trabajo, además que están totalmente abiertas a la discusión, desde el punto de vista de su concepción,



pensando claramente que el humor existe siempre, lo que hay que definir si es buen o mal humor, puesto que eso depende directamente de la actitud de quien lo desea transmitir.

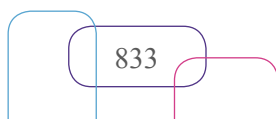
Zambrano y Barcia (2016) (4), en su estudio exponen que cuando se habla de buen humor, no es precisamente de hacer reír, la risa, como lo dijo Piddington (1962) (5), apoyándose en los hallazgos de Darwin, es, tanto ontogénica como filogénicamente, una expresión de placer y aparece antes que pueda decirse que existe algo de la naturaleza del sentido del humor, lo que podría favorecer una explicación biológica de la risa (aunque no del sentido del humor). Al hablar de buen humor se está exponiendo implícitamente la actitud del docente, su postura frente al aula de clases, su forma de responder, su forma de tratar.

Cuando se traspasa el umbral de la puerta de una clase de idiomas y el docente se encuentra cara a cara con sus alumnos, siempre se debe intentar que la clase sea provechosa para ambos. Para ellos, en primer lugar, porque obviamente están ahí buscando un conocimiento de una lengua dada. En segundo lugar, para el profesor que es el que en muchas ocasiones los introduce por vez primera en el acercamiento de la lengua que es desconocida, consiguiendo con ello que sus descubrimientos, sus logros sean pequeñas palmaditas en la espalda que alientan la labor de enseñanza. (Rivero 2011) (6) aunque los docentes deben aplicar técnicas activas, las mismas que despertarán el interés de los estudiantes en cuanto al tema en desarrollo. (ver tabla 2)

### **El buen humor en la educación**

Valle, et al. (2001) (7) expresan que “es indudable que los motivos e intenciones que guían la conducta académica de los estudiantes determinan, en gran medida, el tipo de recursos cognitivos que ellos ponen en marcha a la hora de enfrentarse a los diversos aprendizajes”, por lo que el buen humor en la educación es determinante al tratar factores como son: la automotivación, el auto concepto, el auto comportamiento y la autoestima partiendo desde el punto de vista que es el docente quien debe preparar el terreno para este efecto.

La comunicación es una imperiosa necesidad dentro del campo de la docencia, es la competencia, entre otras, la que debe desarrollar en sumo grado, teoría expuesta en algunas investigaciones realizadas desde hace algunos años, las mismas que valoran el accionar del profesor en su interacción con los estudiantes, sin embargo, el problema es que muchas de las investigaciones realizadas enfocan sus indagaciones hacia el estudio de la retroalimentación que el docente hace en el momento de conducción de la tarea de manera cuantitativa, preocupándose en menor medida o no interesándose ni por los otros momentos que existen en la comunicación de la tarea (antes y después de su desarrollo), ni por la calidad de la información que se está dando en estas tres fases.





Critchley (2010) (8) escribe: El buen humor es una forma de conocimiento cultural del miembro de un grupo y, de hecho, podríamos decir que es eficaz como mecanismo de defensa lingüística. Tener un sentido común del humor es como compartir un código secreto. En otras palabras, tener buen humor implica ser empático, poder ponerse en los zapatos del estudiante, comprenderlo, sin que esto signifique que habrá que ser permisivo, so pretexto de propiciar el buen humor, no, no es esa la idea, se puede ser estricto con buen humor, se puede disponer normas de trabajo, pero no se escapa de alguna broma, de algún comentario que pueda sacar de contexto el tema de trabajo y luego volver al mismo.

Este tema, por ser un tema nuevo y no tan estudiado, genera gran expectativa en el campo de la ciencia y mucho más en el área de la educación, puesto que se lo toma como un elemento terapéutico, un elemento de relajación, más en el campo educativo universitario donde los estudiantes llevan otro tipo de problemas consigo, de manera más concreta en el primer nivel, donde recién entran al mundo de la universidad, unos con algo de madurez, otros con algo de los rezagos de la adolescencia y los típicos actos de la vida colegial. En este ámbito el buen humor se torna importante, pues se le debe acoplar a esta etapa de su vida donde realmente toma las riendas de sus estudios.

Dentro de esta perspectiva, se puede pensar que la educación universitaria no se la debe tomar como un acto demasiado serio y formal, sin que pierda su respeto e importancia, también debe entrar el buen humor como un recurso didáctico más. En las últimas décadas la psicología ha centrado su accionar en las características positivas del ser humano. La felicidad, el bienestar, las emociones positivas y fortalezas como el optimismo, la gratitud, el sentido del humor, etc. Según Liebana (2014) (9), cobran protagonismo bajo una nueva corriente, la Psicología Positiva. Las tendencias pedagógicas actuales beben de este nuevo enfoque y apuestan por un entorno de aprendizaje más distendido y dinámico, enfatizando una enseñanza más lúdica y divertida. Bajo esta perspectiva se defiende que el alumnado estará más motivado hacia el aprendizaje si disfruta y se divierte con las tareas escolares. (ver tabla 4)

En las aulas universitarias, esta compleja misión, el uso de estrategias metodológicas basadas en el buen humor puede desempeñar un papel muy importante. Además, las situaciones de intercambio entre iguales que se producen en el aula constituyen el marco idóneo para el desarrollo de este tipo de metodologías. Francia y Fernández (2009) (10) afirman que “Mientras un educador no haya descubierto su potencial humorístico no conoce la mitad de sus recursos”

El conocimiento de técnicas recreativas, en especial la técnica del buen humor, es decir, conocer cómo transformar un aula de clases en un ambiente ameno, es uno de los requisitos básicos que debería atesorar el profesorado, pues como expresa Zambrano (2017) (11), citando a Fernández Solis. (2002)”, el humor es un arma pedagógica cargada de futuro”, en esta investigación se ha trabajado con



estudiantes que fluctúan entre 17 y 25 años de edad, de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí. Se trató de investigar cuáles son sus percepciones frente al buen humor dentro del aula de clases, Para lograr este objetivo fue importante encuestar, observar y disponer de una técnica llamada historia de vida, de tal manera que se pudiera confrontar la información y sacar a limpio las conclusiones y permitirse hacer algunas recomendaciones.

Para Fernández y García (2010) (12): El buen humor ofrece pistas al educador sobre el modelo de profesional que debe ser; le ayuda a soportar los contratiempos; le abre y despeja la mente ante pensamientos absolutistas o derrotistas; le ayuda a estar más despierto, a ser una persona lúcida. El sentido del humor le estimula hacia una formación y reciclaje permanentes. Dentro de este aspecto hay ciertos estudios sobre el buen humor dentro del campo educativo, que hacen reflexionar muy en serio este fascinante tema, para Tamblin (2013) (13) citada por Zambrano y Barcia (2016), “El humor es un tema demasiado serio, para tomárselo a broma” con esta paradoja la autora, esgrime su teoría basada en su experiencia con las escuelas de conducción que ella dirige en Estados Unidos. Luego de muchos intentos se dio cuenta que al aplicar el buen humor dentro de sus módulos de trabajo comenzaron a llegar un buen número de estudiantes a sus aulas y corroboró la tesis. Así mismo se puede transportar al aula universitaria, más allá de que en ella exista un poco más de presión, la necesidad de aprobar un crédito, etc.

Leiva y Rozas (2010) (14), quienes realizaron una investigación de tesis de grado para la obtención de Licenciadas en educación, con el tema denominado: “El sentido del humor en la práctica docente, como facilitador de aprendizajes significativos en los estudiantes, en las clases de Historia y Ciencias Sociales”. En esta investigación se centra en encauzar las relaciones de forma positiva, lúdica, ingeniosa, mediante el sentido del humor, que puede ser un agilizador de mejores relaciones, situación que se puede visualizar en este trabajo investigativo, al encontrar resultados positivos en aulas trabajadas con buen humor, frente a otras clases donde no se imparte la cátedra con esta técnica.

Rivero (2011) (15), destaca el buen humor en el campo de la enseñanza de lenguas extranjeras, ya que los materiales humorísticos presentan un amplísimo espectro de posibilidades didácticas que pueden ser dotados de flexibilidad suficiente para que respondan en cada momento concreto a los intereses, desarrollando así una buena planificación que vincule estrechamente los contenidos que se estén trabajando y más en este campo de las lenguas extranjeras, que de por sí, muchas expresiones nos causan extrañeza, hilaridad, es ahí, donde el docente debe de sacarle provecho a este momento de la clase y demostrar el por qué el buen humor se convierte en un aliado esencial para el desarrollo de la actividad.

Burguess (2003) (16) nos recuerda que la introducción del buen humor en el aula no debe significar “crear una rutina diaria o incluir sistemáticamente chistes en

todas las lecciones”, claro que los estudiantes universitarios necesitan una cara fresca que irradie lozanía, confianza, que metafóricamente hablando sea el oasis dentro de ese desierto y marasmo de problemas en los que se desenvuelven madres solteras, madres casadas, jóvenes hombres y mujeres dependientes, independientes, con hijos, sin ellos, en fin un cúmulo de situaciones que el docente enfrenta de forma muy compleja y sobre todo lograr que ese estudiante diga y piense que quiere estar en esa clase, mas no, tenga que estar en ella.

Zambrano y Barcia (2016), también mencionan a Escalona (2000) (17), que en su trabajo sobre “El sentido del buen humor en la educación”, comenta: “La persona con sentido del humor es, en las relaciones humanas, comprensiva, es decir comprende lo que le pasa a sus semejantes y a él mismo. Entiende que no es tan fácil mostrarnos tan buenos como somos debido al ‘humor’, a nuestro estado de salud espiritual”, es claro advertir entonces que el buen humor no resta importancia a la asignatura o al docente que la imparte, al contrario, le provee de herramientas especiales para que su actividad sea más productiva, tenga más asidero en sus estudiantes.

Entendiéndose así, si el docente posee buen humor, se vuelve más empático, entiende muchas razones que el estudiante plantea, le va a comprender el por qué un incumplimiento, sin que se piense que basado en esa tesis, se volverá una costumbre, al contrario, el estudiante entenderá y verá el lado más humano de su maestro, por lo tanto se forma un vínculo de confianza y compromiso en ambos y eso provocará que el éxito de la clase esté asegurado, la comprensión del tema a tratarse sea la más favorable para el ejercicio del hecho educativo y productivo para el resultado de aprendizaje planteado desde la concepción de l sílabo.

Esta investigación es una muestra de que el docente es el ente positivo en el ámbito educativo, no sólo la autoridad en el aula, el mero conductor y guía del aprendizaje, y se debe aprovechar de los beneficios del buen humor, mediante un programa de intervención cuya metodología resulta, como se verá más adelante, los resultados que se tiene y que podrá convertirse en una experiencia tremendamente enriquecedora en todos los niveles. El sentido del buen humor busca una sola cosa: la felicidad tanto de quien lo emite como de quien lo recibe, es el encargado de que ante cualquier situación le encuentra el lado bueno, el lado humorístico, el lado cómico, pues, es este la expresión real del buen humor y la relación que hay entre ambas es muy estrecha y busca un estado de alegría, aún en ambientes hostiles.

Siurana, (2013) (18), considera que, para delimitar el objeto de estudio de este tema, se puede comenzar definiendo de este modo cinco conceptos nucleares. El buen humor es la capacidad para percibir o mostrar algo como cómico y, como consecuencia de ello, para activar la emoción de la hilaridad. Dicho de otra manera, hay que diferenciar la emoción de algo con el provocar la risa. Ambas son parte del buen humor, pues la emoción es el resultado de algo que produce

exultación, la risa en cambio es la forma más clara de expresar buen humor, está asociada a alguna situación hilarante y confusa que por no entenderse se torna graciosa o cómica.

El humor forma parte de la cotidianidad humana –es exclusivamente humano, de acuerdo a Aristóteles- y se halla implicado en numerosos actos comunicacionales. Sin embargo, resulta muy difícil que investigaciones centradas en este tema sean tomadas seriamente. (Zambrano y Barcia 2016), del mismo modo Bustamante & otros (2014) (18) expresan que las personas que tienen un mayor ajuste en el reconocimiento de sus virtudes y defectos, realiza más atribuciones positivas a sus capacidades, tienden a tener mayores expectativas de éxito y tiene una actitud positiva de aprender de la experiencia, también tienden a mostrar estados de ánimo más alegre, y suelen presentar menos sentimientos de irritabilidad, tristeza y mal humor.

Dentro del concepto del buen humor no sólo están los actos limitados a situaciones de palabras, también existen hay elementos gestuales que no necesitan palabras, así tenemos dibujos, caricaturas, juegos de palabras que aprovechan los aspectos fónicos, palabras prohibidas insertas en un contexto distinto del habitual y un sinnúmero de otras situaciones que provocan gracia. Pero dentro del amplio campo de elementos conectados con el tema, se hará foco aquí en lo cómico, el chiste y, sobre todo, el humor. El humor es la descomposición de la armonía, es la parodia de lo lógico, es simplemente completar algo que falta dentro de la vida misma, (Weis, 2012, pág. 164) (19)

### **El ambiente en el aula de clases**

Al combinar la salud, las emociones, la enfermedad y los desequilibrios emocionales surge el equilibrio de toda personalidad o salud, el buen humor, índole o temperamento; por el contrario, si la mezcla se altera aparece un estado emotivo que explica la enfermedad, y al enfermo se le designa como melancólico, flemático, sanguíneo o colérico, o enfermo del humor (Mooney, 2010) (21). El estudiante universitario también tiene en el aula un espacio especial, ya que es el lugar donde en muchos casos se reconforta, más allá de los problemas y dificultades que pueda tener, el muchas veces quiere sentirse querido.

Ya se ha visto como todo proceso formativo se erige como una interacción compleja entre personas. Sólo de ahí es posible el aprendizaje. Pero este aprendizaje se enmarca en un contexto humano más profundo que la mera repetición de información, es la adaptación de un ser natural a una realidad social mediada por la cultura, es la adopción de una cosmogonía, una manera de ver al mundo, a las demás personas y a sí mismo, que tiñe toda intención, acción y pensamiento que se pueda tener. Uno de los principales componentes dentro el proceso educativo, es el aula de clases, pero el aula de clases en el contexto de su espacio humano y no físico, es decir el ambiente que el docente genera dentro de ella debe de ser

agradable, de tal manera que el estudiante tenga ganas de estar ahí, no que tenga que estar ahí.

Desde esta perspectiva, el buen humor se desenvuelve de manera muy directa para que el entorno educativo que rodea al aula de clases se ameno, agradable y sobre todo placentero. (como se puede visualizar el resultado de la tabla 5). Pero esto, para que no sea tan sólo retórica, debe asumirse como política. Debe ser asumido por las instituciones que financian, preparan y perfeccionan a los docentes, quienes -de igual modo que todos- deben aprender a mirar el problema desde este punto de vista y deben hacerse con las herramientas necesarias para dar respuesta a las interrogantes que vayan surgiendo en el camino, como cuando se es niño y se preguntaba de todo y se reía por todo, pero “un niño triste, está enfermo, no recepta nada, un niño alegre, sonriente está presto a aprender” (Osho, 2003) (22), entonces es menester que el docente provoque un ambiente de aula saludable.

La comprensión humorística no es compulsiva, es más un estado emocional que surge paralelo al hecho de dominar la situación. Sócrates puso un ejemplo refiriéndose a sí mismo, cuando acepta con humor su injusta condena a muerte y afirma con un alto grado de humildad, comprensión y flexibilidad: sólo sé que no sé nada o parezco un poco más sabio que los demás porque lo que no sé, creo también no saberlo (Fenelon, 1933, citado por Gilson p.p. 255) (23)

En un mundo cada vez más vacío de espíritu, frente a una realidad cada vez más hostil con la solidaridad y el compromiso con los demás, frente a un sistema educativo extraviado en el individualismo y la instrumentalización, nuestro llamado es a rescatar al ser humano que está detrás de cada alumno, de cada docente y devolverle el control soberano sobre su existencia, en especial a nivel intelectual y por sobre todo espiritual, por lo tanto la motivación está relacionada con uno de los aspectos más básicos de la mente humana y esta tiene un rol determinante en el éxito o fracaso en cualquier situación de aprendizaje” (Pila, 2012, pág. 6) (24)

### **El buen humor como fortaleza**

El sentido del humor como fortaleza es la capacidad para reconocer con alegría lo incongruente, para ver la adversidad de una manera benigna y para provocar la risa en los demás o experimentarla uno mismo (Martínez, 2006, p.252) (25). El buen humor propiciará fortalezas dentro del aprendizaje, les dotará de disciplina, puesto que el docente deberá dosificar los tiempos en los que se incluye la estrategia, no toda la clase será de risas y de chistes, le dotará de empatía, pues el estar a tono con los estudiantes, provocará un clima de confianza en el que el estudiante tendrá la capacidad de entablar una conversación, un debate y hasta una pregunta social o personal al docente, otra de las fortalezas es la creatividad, *persé*, el buen humor ya es creatividad, es salir del contexto tradicional, lógicamente si está motivado, está interesado en la clase, el docente le ha contado alguna anécdota

personal referente a la clase y ha causado hilaridad, en ese momento se vuelve interesante y lo predispone para crear, producir y la asignatura va calando en él, lo que le hará realizar alguna tarea con más dedicación, con más ahínco.

García (2010) (26), enfermera, dice: “La persona que tiene buen humor tiene un alto grado de autoestima, lo que le permite ver sus imperfecciones y no desea sentirse superior a otros”. Puesto que hay personas que ríen de otras, se estaría refiriendo, implícitamente, a las ventajas de disponer de un “sentido del humor ético”. Según Morreall (2010) (27), el buen humor promueve algunas virtudes éticas como la paciencia, la tolerancia, la amabilidad, la humildad, las mismas que al cultivarlas se pueden convertir en fortalezas. La responsabilidad juega un papel importante en este aspecto, una clase llevada con buen humor va a propiciar que el estudiante ponga más interés en realizar las tareas, cumplir con las actividades, no faltar a clases, se va a dar en él el efecto “quiero ir a esa clase” y no el típico “tengo que ir a esa clase”.

El liderazgo viene a ser la principal fortaleza como resultado del buen humor, tanto el docente, como el estudiante que lo manejan, se convierten en personas visibles dentro del conglomerado, puesto que los tomarán cuenta y su don de líder nato o adquirido sale a flote, tendrá buenas relaciones interpersonales, excelente comunicación, incidirá en sus compañeros, sabrá tomar decisiones, sabrá guiar y sabrá siempre que un grupo, un equipo de personas confían y dependen de él y su buen humor se convertirá en su mejor aliado y no precisamente tendrá que contar chistes para lograrlo, sino que, su actitud lo va a demostrar en el más mínimo intento de un trabajo colectivo.

Independientemente de todas esas fortalezas, el buen humor, propiciado por el docente, hará germinar en el estudiante el optimismo por la vida, por el estudio, de hecho, la inteligencia social que posee, se redescubre en el momento que hace una broma, realiza un gesto jocosos, cuenta un chiste, pues, estas actividades no se realizan cuando se está solo, sino cuando se encuentra en un grupo determinado. La risa es una forma de decir que las personas son más fuertes y están mejor adaptados que las personas de las que se ríen, o son rivales. (Carretero 2005, p.34) (28)

## 2. Materiales y Métodos

En esta etapa se diseñó un estudio descriptivo para determinar la técnica didáctica del buen humor utilizada en la Universidad Técnica de Manabí, en el primer nivel de carrera con las asignaturas de Inglés y Comunicación y Lenguaje, lo que permitió obtener un diagnóstico inicial en cuanto a técnicas aplicadas en clases, actitudes de los docentes, predisposición de los estudiantes, entre otros indicadores. Para este efecto se aplicó un cuestionario de 18 preguntas a una muestra significativa de la población universitaria con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95, de las cuales se tomaron las 6 más incidentes en esta investigación.

Se aplicaron las siguientes técnicas: la técnica de la encuesta que sirvió para diagnosticar la percepción de los estudiantes en cuanto al buen humor aplicado o no por los docentes y que sirvió para validar la variable el buen humor, apoyado con la lista de cotejo que se aplicó a los estudiantes, con la cual se realizó la parte estadística inferencial y que sirvió para determinar la importancia del buen humor en el aula y por último la historia de vida que se realizó durante un semestre académico, validó la parte final del trabajo también para validar el comportamiento del aprendizaje.

### 3. Resultados y Discusión

LITERAL	ALTERNATIVAS	ESTUDIANTES	
		F	%
a.	Durante toda la clase.	73	68%
b.	Al inicio.	19	18%
c.	Al final.	15	14%
	<b>TOTAL</b>	107	100%

Tabla 1. Momentos en donde debe haber motivación

Elaborado por: Los autores

Fuente: estudiantes de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí

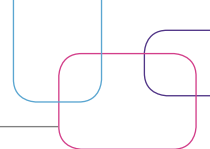
El proceso de la motivación es desarrollado por todo un conjunto de actores de un determinado proceso, es decir, la motivación no consiste en imponer una voluntad sobre otra, sino en convencer a todas las voluntades para lograr un objetivo común, el docente es un motivador por excelencia debe tener en cuenta que en todo momento debe de brindar la confianza necesaria y de esta manera motivará al cumplimiento de los objetos en los estudiantes.

LITERAL	ALTERNATIVAS	ESTUDIANTES	
		F	%
a.	Técnicas activas.	22	21%
b.	Trabajos grupales.	41	38%
c.	Dinámicas.	9	8%
d.	Pocas técnicas.	35	33%
e.	Ninguna.	0	0%
	<b>Total</b>	107	100%

Tabla 2. Técnicas didácticas que aplican los docentes para mejorar la calidad de los aprendizajes

Elaborado por: Los autores

Fuente: estudiantes de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí



Las técnicas didácticas de enseñanza - aprendizaje son la herramienta metodológica más importante del docente, ya que son de gran ayuda para que los estudiantes asimilen y comprendan de mejor manera sus temas de clase; las técnicas activas de enseñanza aprendizaje a aplicarse deben ser novedosas, llamativas, interesantes y que realmente motiven y despierten el interés y el razonamiento lógico; enfocados a que los estudiantes desarrollen su carácter reflexivo, crítico, y creador de su propio conocimiento. Por ello se puede decir que los docentes deben utilizar nuevas técnicas didácticas que permitan mejorar la calidad de los aprendizajes, innovando así el cumplimiento de las actividades que se proponga dentro y fuera del aula de clases. Es indispensable ser investigador y motivador de nuevos conocimientos con el fin de no caer en la monotonía educativa sino, más bien de enriquecer los procesos donde los beneficiarios principales serán los estudiantes universitarios

LITERAL	ALTERNATIVAS	ESTUDIANTES	
		F	%
a.	100%	0	0%
b.	75%	0	0%
c.	50%	25	23%
d.	25%	38	36%
e.	Ninguno.	44	41%
	<b>TOTAL</b>	107	100%

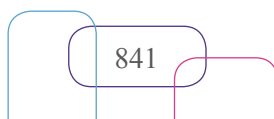
Tabla 3. Docentes que utilizan el buen humor para sus clases

Elaborado por: Los autores

Fuente: estudiantes de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí

El sentido del buen humor en la educación, interviene en las relaciones humanas, actuando de forma comprensiva. Entiende, “tiene sentido” del humor, es decir, comprende lo que pasa a sus semejantes y a él mismo. Comprende que no es tan fácil mostrarnos tan buenos como somos debido al “humor”, a nuestro estado de salud espiritual. Está demostrando que el buen humor es un sentimiento que permite estar bien consigo mismo y transmitir a su vez a las personas que están a su alrededor. a lo largo de vida educativa y dentro de las clases los docentes con buen sentido del humor han logrado que los estudiantes universitarios puedan comprender y entender cada una de las actividades, de esta manera los futuros profesionales se destacan desde su proceso educativo y alcanzan el éxito en la adquisición de experiencia laboral.

LITERAL	ALTERNATIVAS	ESTUDIANTES	
		F	%





<b>a.</b>	Motivado.	35	33%
<b>b.</b>	Predispuesto a aprender.	26	24%
<b>c.</b>	Interesado en el tema.	30	28%
<b>d.</b>	Distendido.	11	10%
<b>e.</b>	Me es indiferente.	5	5%
	<b>Total</b>	107	100%

Tabla 4. Estado de ánimo en una clase que es impartida con buen humor

Elaborado por: Los autores

Fuente: estudiantes de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí

Respecto a las características positivas que tiene el humor se puede destacar algunas que mencionan Carbelo y Jáuregui (2006) (29), citado en Martínez, (2006), donde se relaciona el sentido del humor con el buen estado de ánimo, y un amortiguamiento del estrés, puesto que permite a la persona interpretar positivamente las situaciones amenazantes.

Quien tiene sentido del humor entiende profundamente que, primero que nada, importa la felicidad de las personas, y sabe que ésta es el verdadero camino de su perfección, de su mejora. Por eso, ante cualquier situación, sabe encontrar el aspecto más cercano a la felicidad y lo pone de manifiesto. Y si no acierta a encontrarlo, se alegra cuando otro lo encuentra y goza con él igualmente. Las clases y todas aquellas actividades que se den dentro del salón son las mismas que permitirán que los estudiantes universitarios se sientan interesados, predispuestos e innovados a aprender, por ello, el rol del docente es el más importante dentro del sistema educativo, ya que la actitud que refleje servirá para compartir sus conocimientos. El buen humor es una de las actitudes indispensables para lograr que el proceso educativo se cumpla y favorezca la formación universitaria.

LITERAL	ALTERNATIVAS	ESTUDIANTES	
		F	%
<b>a.</b>	Siempre.	56	52%
<b>b.</b>	Casi siempre.	35	33%
<b>c.</b>	Pocas veces.	16	15%
<b>d.</b>	Nunca.	0	0%
	<b>TOTAL</b>	107	100%

Tabla 5. Comprensión de una clase cuando se da con buen humor

Elaborado por: Los autores

Fuente: estudiantes de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí

La comprensión de contenidos, presenta una manera nueva de enseñar, fundamentalmente dirigida a que nuestros alumnos aprendan a pensar y puedan hacerlo independientemente de sus condiciones sociales. Todos los estudiantes, sólo por su condición de seres humanos, son capaces de pensar, por ello, el docente debe utilizar el buen humor siempre en todas las actividades que se realicen y de esta manera innovar a los estudiantes universitarios a la adquisición de nuevos conocimientos y aprendizajes significativos. Un docente con buen humor, logrará que las clases sean comprendidas por los educandos y en este caso los futuros profesionales, logrando así buenos pensamientos en su desempeño laboral.

LITERAL	ALTERNATIVAS	ESTUDIANTES	
		F	%
a.	Si.	80	75%
b.	No.	27	25%
	<b>TOTAL</b>	107	100%

Tabla 6. Debe haber o no buen humor en la universidad

Elaborado por: Los autores

Fuente: estudiantes de primer nivel de carrera de la Universidad Técnica de Manabí

Berk (2009) (30), al destacar que “el humor sirve como una válvula interna de seguridad que nos permite liberar tensiones, disipar las preocupaciones, relajarnos y olvidarnos de todo”. En esta definición se puede ver que el humor es ese punto de escape que permite realizar un alto a todo lo que acontece y estresa, y poder disfrutar de lo que se está viviendo en un determinado momento.

Aunque en ocasiones el humor es concebido como poco profesional, no obstante, el estudio del fenómeno denominado *humor* es abordado desde muy diversas disciplinas: antropología, sociología, lingüística, psicología, fisiología, medicina, filosofía o educación y constituye, por lo tanto, por ser un campo interdisciplinar, para el sistema educativo es indispensable que exista el buen humor, y más aun a nivel universitario donde los estudiantes son personas adultas y con una mentalidad mucho más abierta. Los docentes deben de tener en cuenta que en el ambiente universitario si debe existir el buen humor que les permita a los futuros profesionales crear una ideología científica a través de esa parte humorística que ayudará a su rendimiento en el desempeño profesional.

Finalmente se puede terminar la descripción del humor, destacando lo que acota Abad (2009), “el humor es un paraguas para los malos tiempos, un pararrayos potentísimo, por eso ha sido perseguido y censurado en épocas de guerras y totalitarismos” (p. 68).

#### **4. Conclusiones**

Realizado el trabajo investigativo y luego de haberlo aplicado, basado en la experiencia de aula, se puede llegar a ciertas precisiones como conclusiones:

Según los resultados cuando se trabaja con buen humor y se aplican técnicas adecuadas, proporciona al estudiante universitario, un ambiente de aula diferente, el desempeño estudiantil se eleva y supera los resultados esperados al inicio del periodo académico.

El trabajo fue realizado con las asignaturas de Inglés y Comunicación y Lenguaje, con las cuales dio resultado, pero se puede avizorar que, con buenas estrategias, si es factible aplicarlo con otras asignaturas.

Los estudiantes de primer nivel aseguran que la motivación debe ser continua y durante la clase y es ahí donde entra el buen humor, al contar una anécdota relacionada con el tema de clase, al trabajar empáticamente con ellos, con el simple saludo al entrar y mirarlo a la cara, eso los motivará a no despegarse de la clase.

Al aplicar el buen humor en el primer nivel de carrera, dentro del aula de clases, el ambiente de aprendizaje se vuelve más cómodo y agradable por tanto la calidad del aprendizaje que el estudiante va a receptor va a ser óptima.

Los estudiantes de primer nivel aseguran que debe haber buen humor en las clases universitarias, pues, consideran que se genera un ambiente de confianza en todos los momentos educativos, en una clase regular, en una exposición, incluso en una evaluación, para esto el docente debe saber conjugar exigencia y seriedad con la parte lúdica.

Son pocos los docentes que aplican el buen humor en los actuales momentos, a pesar de ser un factor importante dentro del quehacer educativo en torno a la asimilación y desarrollo de los conocimientos y enseñanzas por parte del docente.

#### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Manabí, en las personas del señor Rector Dr. Vicente Véliz Briones Ph.D. y la Dra. Hipatia Delgado Demera Ph.D., Vicerrectora, a la Dra. Eneida Quidemil Torrijos Ph.D., ex Decana de la Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales, al Ab. Joselo Barcia García, actual Decano, donde se realizó la investigación, por el apoyo brindado para la realización de la misma.

#### **Conflicto de intereses**

No existen conflictos de intereses en este trabajo por parte de las personas involucradas

## Referencias

1. Abad, S. (2017), El humor en el one liner retórica e interdiscursividad en el texto humorístico breve en español, El Jardín de la Voz Biblioteca de Literatura Oral y Cultura Popular 20
2. Alpízar H. Salas D. (2010). *El papel de las emociones positivas en el desarrollo de la Psicología Positiva*. Revista Electrónica de estudiantes de Psicología, Universidad de Costa Rica
3. Zambrano, E; Barcia, M. (2016) El buen humor para el buen vivir de la educación. Recus\_ Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.
4. Lyttle, J. (2003). Humor Research (obtenido Noviembre 10, 2004 desde <http://www.jiscmail.ac.uk/lists/humour-research.html>) 97
5. Rivero, F. (2011). *El uso del humor en la enseñanza: una visión del profesorado de ELE*. Jaén, pág. 6. Edición: 2010-11 noviembre 2011
6. Valle, A.; González, C.; Nuñez, J.; Rodríguez, S.; Piñeiro, I. (2001) *Diferencias en la utilización de estrategias de aprendizaje, según el nivel motivacional de los estudiantes*, Revista de Investigación Educativa, Vol. 19 N° 1. Pgs. 105-126. España
7. Liébana, C. (2014). *Tesis Doctoral: "El sentido del humor en el aula: diseño, aplicación y evaluación de un programa de intervención"* pág. 26-27-31-32. Valladolid
8. Charney, M. (1978). *Comedy High and Low: an Introduction to the Experience of Comedy*, New York: Oxford University Press
9. Francia, A. & Fernández, J.D. (2010). *Educación con Humor*. Málaga, Ediciones Aljibe Carbelo, B. y Jauregui, E. (2006). Emociones positivas: humor positivo. *Papeles del Psicólogo*, 27(1), 18-30.
10. Zambrano, E. (2017) "La técnica didáctica del buen humor y la calidad de los aprendizajes en los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí. 2015" Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima.
11. Fernández, J.D. y García, J. (2010). *El valor pedagógico del humor en la educación social*. Bilbao, Editorial Desclée de Brouwer
12. Tamblyn, D. (2007). *Reír y aprender*, Desclée de Brouwer s.a.
13. Leiva, T & Rozas, X. (2010). *Proyecto de Tesis: "El sentido del humor en la práctica docente, como facilitador de aprendizajes significativos en los estudiantes, en las clases de Historia y Ciencias Sociales"*, pág. 21. Santiago.
14. Rivero, F. (2011). *El uso del humor en la enseñanza: una visión del profesorado de ELE*. Jaén, pág. 19-21. Edición: 2010-11 noviembre 2011.
15. Burgess, R. (2003). *Escuelas que ríen. 149 3/4 propuestas para incluir el humor en las clases*. Buenos Aires: Troquel. *Propuestas para incluir el humor en el aula*
16. Escalona, J. (2010). *Trabajo de fin de grado: "El juego como estrategia didáctica en la expresión plástica. Educación infantil"*. 11-12. Valladolid
17. Siurana, J. C. (2012). *Fundamentos para una ética del humor*. En E. Casaban Moya (Ed.), *XIX Congrès Valencià de Filosofia* (págs. 473-484). Valencia: Societat de Filosofia del País Valencià
18. Bustamante, J. & otros (2014). "La personalidad eficaz en el universitario y el uso del buen humor" *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 1, núm. 1, 2014, pp. 467-475 asociación nacional de psicología evolutiva y educativa de la infancia, adolescencia y mayores Badajoz, España
19. Weis, S. (2012). *Tesis doctoral: "cincuenta años de humor nuevo: la obra de Antonio de Lara Gavilán (1921-1971)"*, pág. 164. Barcelona
20. Mooney, N.E. (2010). *Laughter and liberation*. Pág. 59. Los Ángeles

21. Osho, (2007). Vida amor y risa. Gia ediciones
22. Feldman, D. (1999). Ayudar a Enseñar Buenos Aires: Aique
23. Pila, J. (2012). *Trabajo de grado: "La motivación como estrategia de aprendizaje en el desarrollo de competencias comunicativas"* pág.18-19, Guayaquil-Ecuador
24. Martin, R. A. (2008). *La Psicología del humor*. Madrid: Orion ediciones
25. García y Flores, (2009). Comunicación. El sentido del humor en el aula: reír y aprender en un ambiente positivo. *II Congreso Internacional de Inteligencia Emocional*. Santander. 16- 18 septiembre 2009
26. Morreall, J. (2010). *Comic Vices and Comic Virtues. Humor: International Journal of Humor Research*, 23 (1), 1-26
27. Carretero, H. (2005). *Sentido del humor: Construcción de la escala de apreciación del humor (EAHU)*. Tesis Doctoral. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
28. Carbelo, B. (2010). *El humor en la relación con el paciente. Una guía para profesionales de la salud*. Barcelona: Elsevier-Masson
29. Berk. LS. (2009) Studying the biology of hope: An interview with Lee S. Berk, DrPH, MPH. Interview by Sheldon Lewis. California.



# **IMPACTO EN LOS NIVELES DE COLINESTERASA EN AGRICULTORES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*) EN LA LOCALIDAD DE “SAN LUIS, CHIMBORAZO” POR EFECTO DEL USO DE INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS**

Víctor Alberto Lindao Córdova  
Jorge Leonardo Jave Nakayo  
Mónica Guadalupe Retuerto Figueroa  
Norma Soledad Erazo Sandoval  
Magdy Mileni Echeverría Guadalupe

## **RESUMEN**

Esta investigación tuvo el objetivo determinar las condiciones de aplicación que afectan los niveles de colinesterasa, y que generan un riesgo neurotóxico por el uso de carbamatos y organofosforados a los agricultores de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en la localidad de San Luis, Chimborazo – Ecuador. La técnica utilizada fue la espectrofotometría. El examen de colinesterasa se realizó en el Laboratorio Clínico y Microbiológico, de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en pacientes expuestos a los insecticidas organofosforados y carbamatos. El método utilizado fue el cinético-espectrofotométrico (405 nm a 37°C). Mediante análisis factorial, prueba de Kruskal Wallis y de correlaciones se determinó las variables que más afectan los niveles de colinesterasa. Para el análisis neurotoxicológica se aplicó el cuestionario Psychologisch Neurologische Fragebogen (PNF) a cada uno de los agricultores, lo que nos permitió determinar la presencia de alteraciones clínicas, conductuales y neurológicas de los trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos. Concluyendo que las variables que más afectan al nivel de colinesterasa son: humedad, temperatura en el invernadero, tiempo que cultiva tomate, estado del equipo de aplicación, tiempo que permanece en el invernadero, frecuencia de aplicación de los insecticidas, lee la etiqueta, tiempo de aplicación de los insecticidas, y las esferas más afectadas fueron inestabilidad psiconeurovegetativa (PN), irritabilidad (E), Déficit de concentración y memoria (K) y Astenia (A).



## **EMBUTIDO FERMETADO: VIABILIDAD Y EFECTO ANTAGÓNICO CON LA UTILIZACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS**

César Flores  
Manuel Roca  
René Tejedor  
Iván Salgado

### **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue determinar la viabilidad y el efecto antagónico in vitro y en una mezcla cárnica de cultivos iniciadores para su posible utilización en la elaboración de un embutido fermentado utilizando carne de cuy (*Cavia porcellus*) y diferentes concentraciones de harina de habas (*Vicia faba*). Los cultivos iniciadores utilizados fueron *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum* y el cultivo mixto compuesto por las dos especies en relación 1:1. Los estudios se efectuaron a las 24, 36, 48, 72 y 96, con diferentes concentraciones de glucosa (0,0; 1,0; 1,5 y 2 %). Tomando en cuenta el cultivo seleccionado in vitro las evaluaciones se ejecutaron en el producto cárnico. Se aplicó análisis de varianza para las diferencias, comparación de medias según Duncan ( $p < 0,05$ ). La viabilidad in vitro de cultivos iniciadores fue superior con 2 % de glucosa, sobresaliendo el *Lactobacillus casei* (11,75 log ufc/g), con un efecto antagónico eficaz frente a patógenos (*Escherichia coli*, *Salmonella Enteritidis* y *Staphylococcus aureus*) con relación a los otros cultivos. En el sistema cárnico con 0,0 % de harina se registró la mayor viabilidad de *Lactobacillus casei*, confirmándose la eficacia del efecto antagónico sobre los patógenos de referencia utilizados.

# **RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA A LA IVERMECTINA Y BENZIMIDAZOLES EN NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE BOVINOS EN ECUADOR**

Pamela Vinueza Veloz

## **RESUMEN**

La industria ganadera esta entre las principales actividades económicas del Ecuador. La tasa de prevalencia de nemátodos gastro-intestinales (GI) en ganado vacuno pueden llegar a más del 80% en países con climas temperados y tropicales como el nuestro. Dichas infecciones pueden restringir el bienestar y productividad del rebaño si no son controladas a tiempo. Este control depende, en gran medida, del uso de fármacos antihelmínticos.

Las lactonas macrocíclicas y los benzimidazoles están entre los antihelmínticos más usados en ganadería. Desafortunadamente el desarrollo de resistencia hacia sus principios activos ha sido reportado poco después de su introducción en el mercado. Este fenómeno conocido como resistencia a los antihelmínticos (RA) surge cuando un parásito adquiere progresivamente resistencia a dicho fármaco y sobrevive a su tratamiento. Dado que los mecanismos de resistencia son heredables, los sobrevivientes transmitirán sus alelos de resistencia a la progenie. Una vez que estos genes se han establecido en la población, los futuros tratamientos solo incrementan la presión de selección y el tratamiento finalmente falla.

Dado que la frecuencia de alelos de resistencia es baja al inicio, es importante detectar la RA en fases tempranas de modo que se pueda retrasar su desarrollo y la efectividad del desparasitante pueda ser mantenida. Por su practicidad, el Test de Reducción de Huevos en las Heces ha sido el más usado para el diagnóstico temprano de RA en estudios de campo. Nuestra investigación se centra en investigar, por primera vez en Ecuador, la resistencia a la ivermectina y fenbendazol en ganado vacuno.

## **RESEARCH AT ILVO (BELGIUM) FOR A PROFITABLE AND SUSTAINABLE CATTLE PRODUCTION**

Dr. Johan De Boever  
Dr. Leen Vandaele  
Dr. Sam De Campeneere

### **RESUMEN**

After a short overview of agriculture in Belgium, the Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food (ILVO) is presented as well as the history of the collaboration with the ESPOCH. Then, the main research topics of cattle production at ILVO are shown. Nowadays, cattle production is like all sectors of animal production facing a lot of challenges. The consequences of global warming and extreme weather conditions force us to reduce our carbon footprint. Mitigation of methane emission by ruminants is a research priority. In densely populated regions, nitrogen excretion of manure means a serious threat for air, soil and water quality and requires extra measures of cattle nutrition and management. Another environmental issue is our dependency of soybean meal, imported mostly from South America. The search for home grown and alternative protein sources is an important research topic. To keep high productive cattle in good condition and health needs precision feeding. Therefore, feed evaluation is indispensable. New insights in animal physiology require adequate measuring techniques. In order to be applicable in practice and by routine laboratories rapid estimation methods are developed.

## **CORRELACIÓN ENTRE SUEÑO Y DIETA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)**

Dra. Tannia Valeria Carpio Arias

### **RESUMEN**

Complaints of sleep problems in patients with ADHD are not uncommon in clinical practice. Diet also influences ADHD symptomatology and sleep. The study aims to examine interrelationships between sleep (quality and disturbances) and diet in children and adolescent recently diagnosed with ADHD. Sleep parameters (measured by actigraphy) and sleep disturbances (measured with the Sleep Disturbance Scale for Children) along with dietary intake and biochemical nutritional parameters were measured in 120 children and adolescents (60 ADHD and 60 controls, sex- and age-matched control study). Relationships were investigated with multiple linear regression analysis. Children and adolescents with ADHD showed statistically significant higher score of sleep total problems (STP) than controls ( $p < 0.001$ ). Children and adolescents with ADHD who had a lower intake of dietary fiber and of certain vitamins and minerals showed more total sleep problems and higher excessive daytime somnolence while ADHD subjects with a higher serum ratio of AA/DHA had more difficulty in initiating and maintaining sleep. Low levels of serum levels were also related with lower sleep efficiency in ADHD children and adolescents. All these associations were only found in ADHD subjects and not in controls. These findings support the interrelationship between diet, nutrients and sleep in children and adolescents with ADHD. Our data support the notion that the quality of the diet should be also considered in ADHD.

## RETINOBLASTOMA

Dr. Guillermo Vinicio Arellano Barriga

### RESUMEN

El retinoblastoma es un tumor embrionario del neuroepitelio de la retina, con una frecuencia que varía en un caso por cada 15.000 a 30.000 nacidos vivos y representa del 3 al 5 % de cánceres pediátricos. Es más frecuente antes de los 3 años, muy raro pasados los 5 años de edad. Un 15% de los pacientes tiene enfermedad unilateral hereditaria, y el 60% restante presenta enfermedad unilateral no hereditaria. Es bilateral, en alrededor del 30% de los afectados. La herencia es principalmente autosómica dominante y relacionada con progenitores consanguíneos. Clínicamente lo más frecuente es observar, leucocoría (pupila blanca), estrabismo, proptosis, hipopion y hipema, el fondo de ojo aparece como una masa blanquecina con neovascularización y calcificaciones, puede ser uní o multicéntrico. El pronóstico depende de lo precoz de su diagnóstico, tamaño, ubicación en relación al nervio óptico, los bilaterales tienen peor pronóstico. El tratamiento incluye cirugía, quimioterapia, radioterapia entre otros. Por otro lado debe tomarse en cuenta el factor de consanguinidad, más aún si existen otros hijos portadores de retinoblastoma.

## OBESIDAD INFANTIL

Dra. María Paulina Robalino Valdivieso

### RESUMEN

Mientras transcurre el tiempo los conceptos de salud infantil han ido cambiando, por tradición los niños mientras más “gorditos” más saludables. Sin embargo en la actualidad el sobrepeso y la obesidad infantil se identifican en salud pública como uno de los problemas más graves del siglo XXI. Según Organización Mundial de la Salud (OMS) el sobrepeso se define como un índice de masa corporal (IMC) equivalente a una desviación estándar por encima de la media, mientras que la obesidad como un IMC equivalente a dos desviaciones estándar por encima de la media establecida en los patrones de crecimiento infantil. Según la OMS la tanto el sobrepeso como la obesidad afectan con mayor frecuencia a niños que habitan en zonas urbanas, en comparación con niños que habitan en zonas rurales y a familias de medianos y bajos ingresos económicos. En el año 2016 más de 41 millones de niños menores de 5 años fueron diagnosticados de sobrepeso. En el reporte de la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) se reportó que en el Ecuador al rededor del 30% de niños entre 5 y 11 años de edad tienen sobrepeso y obesidad. Los infantes con sobrepeso tienden a mantener este patrón en la edad adulta y tienen mayor riesgo que el resto de la población infantil, de padecer enfermedades no transmisibles a edades cada vez más tempranas, lo que incluye la diabetes mellitus tipo II y enfermedades cardiovasculares, siendo éstas algunas de las principales causas de muerte en Ecuador.

## PRINCIPIOS DE HOMEOPATÍA

Dr. Gerardo Patricio Inca Ruiz

### RESUMEN

La homeopatía es un sistema médico que parte del principio de la similitud para el tratamiento de las enfermedades. La base filosófico – biológico en el que se basa es el Vitalismo, que reconoce la existencia de una Fuerza Vital que regula el funcionamiento de todo el organismo. Los ocho principios a partir de los cuales se desarrolla todo este sistema terapéutico incluyen: Ley de la Similitud, define que toda sustancia que es capaz de provocar enfermedad en un individuo sano (dosis tóxicas), en dosis muchísimo menores es capaz de curar enfermedades; Individualidad Morbosa, cada enfermo tiene una particular forma de enfermarse, por lo que debe ser valorado individualmente; Individualidad medicamentosa, un medicamento homeopático es capaz de producir todos los síntomas y signos clínicos que manifiesta un individuo, siendo capaz de curar a este al incluir la totalidad sintomática; Experimentación Pura, consiste en dar remedios homeopáticos (en dosis infinitesimales) a individuos sanos y estudiar los síntomas y signos que en él se producen; Dosis infinitesimales o microdosis de sustancia, que se encuentran en el remedio homeopático y se preparan a través de diluciones y dinamizaciones; Vis Medicatrix Naturae o vía natural de curación, hace referencia al proceso curativo natural que desencadenan los mecanismos para la curación; Miasmas Crónicos, consisten en la alteración de la fuerza vital o energía vital del individuo que lo predispone a padecer determinadas enfermedades y; Diamismo Vital, que consiste en el poder de los seres vivos a sanarse por sí mismos.



## **APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: A PROPÓSITO DE UN CASO CLÍNICO**

Dra. Jeaneth Verónica Silva Jara

### **RESUMEN**

La presente ponencia pretende abordar el aprendizaje basado en problemas (ABP) a través del desarrollo de casos clínicos. El desarrollo del ABP debe hacerse en varias etapas. 1.- Presentación del caso clínico, que en este caso se trata de paciente NN de 35 años, divorciada, quien consulta por presencia de masa en cuello. Paciente refiere que hace aproximadamente 3 meses nota la presencia de una masa en cuello, parte lateral derecha, la misma que provoca dolor por lo que acude a control, no sintomatología acompañante. Antecedentes patológicos personales, sistema endócrino: hipotiroidismo secundario a tiroidectomía total por cáncer papilar (hace 10 años), en tratamiento con levotiroxina 1,75 mcg. Antecedentes patológicos familiares, padre fallece con cáncer de colon hace 6 años. Examen físico, cuello: flexible, presencia de masa de aproximadamente 1-3 cm de diámetro en parte lateral derecha de cuello, tercio medio, móvil, levemente dolorosa a la palpación profunda. 2.- Definir y aclarar los términos que desconozca, en este caso: masa en cuello, hipotiroidismo, cáncer papilar de tiroides. 3.- Realizar una lista de problemas pedagógicos: biológicos, psicosociales, etc. 4.-Jerarquizar los problemas identificados: problemas activos / problemas pasivos, etc. 5.-Explicar los problemas, proponer hipótesis explicativas y explicarlas. 6.-Identificar las necesidades de aprendizaje, establecer los objetivos de aprendizaje y las actividades a cumplir: conocimientos teórico acerca de patologías endocrinológicas, buscar actualizaciones en cuanto a pedagogía didáctica, planificar encuentros pedagógicos para discusión de casos basados en ABP. 7.- Elaboración de guías didácticas estudiantiles y tutoriales.

## MANEJO, RECEPCIÓN, PROCESAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE MUESTRAS HISTOPATOLÓGICAS

Dra. Mónica Fabiola Yambay Latta

### RESUMEN

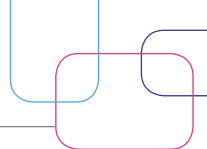
El trabajo en patología y especialmente el procesamiento de biopsias y piezas quirúrgicas es sincronizado, de alta responsabilidad y precisión. Por ello deben estar bien establecidos los grados de responsabilidad del equipo médico y paramédico comprometidos con el manejo de la citología, biopsia o pieza quirúrgica, desde el momento mismo de su toma hasta el conocimiento del resultado por parte del médico solicitante. Lo más importante antes de la obtención o toma del material de biopsia es la diligente comunicación entre el patólogo, los clínicos y cirujanos. El proceso en sí tiene varias fases: 1.- Fase Pre-analítica, que a su vez tiene dos etapas: recepción de la muestra y numeración y registro o matriculación. La recepción de la muestra por lo general se realizará en la sala de operaciones o en la consulta médica siguiendo protocolos ya establecidos. Cuando las muestras llegan al laboratorio de patología, estas son matriculadas, procedimiento que consiste en verificar y registrar las muestras y está a cargo del tecnólogo médico permanente del servicio de patología. 2.- Fase Analítica, que a su vez tiene dos etapas: descripción macroscópica y microscópica que estarán a cargo del patólogo y deben hacerse en forma ordenada y metódica siguiendo los protocolos pre-establecidos. 3.- Fase Post-analítica, en la que se establecen los diagnósticos finales. Para la ordenación diagnóstica se puede emplear la clasificación SNOP (Sistematización Nomenclature of Pathology), colgando en primer lugar la topografía de la lesión, debajo de la lesión morfológica y luego el agente etiológico si se identificó.

## **MANEJO, RECEPCIÓN, PROCESAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE MUESTRAS HISTOPATOLÓGICAS**

Dra. Mónica Fabiola Yambay Latta

### **RESUMEN**

El trabajo en patología y especialmente el procesamiento de biopsias y piezas quirúrgicas es sincronizado, de alta responsabilidad y precisión. Por ello deben estar bien establecidos los grados de responsabilidad del equipo médico y paramédico comprometidos con el manejo de la citología, biopsia o pieza quirúrgica, desde el momento mismo de su toma hasta el conocimiento del resultado por parte del médico solicitante. Lo más importante antes de la obtención o toma del material de biopsia es la diligente comunicación entre el patólogo, los clínicos y cirujanos. El proceso en sí tiene varias fases: 1.- Fase Pre-analítica, que a su vez tiene dos etapas: recepción de la muestra y numeración y registro o matriculación. La recepción de la muestra por lo general se realizará en la sala de operaciones o en la consulta médica siguiendo protocolos ya establecidos. Cuando las muestras llegan al laboratorio de patología, estas son matriculadas, procedimiento que consiste en verificar y registrar las muestras y está a cargo del tecnólogo médico permanente del servicio de patología. 2.- Fase Analítica, que a su vez tiene dos etapas: descripción macroscópica y microscópica que estarán a cargo del patólogo y deben hacerse en forma ordenada y metódica siguiendo los protocolos pre-establecidos. 3.- Fase Post-analítica, en la que se establecen los diagnósticos finales. Para la ordenación diagnóstica se puede emplear la clasificación SNOP (Sistematización Nomenclature of Pathology), colgando en primer lugar la topografía de la lesión, debajo de la lesión morfológica y luego el agente etiológico si se identificó.

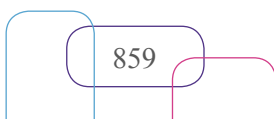


## INFECCIÓN DE VÍAS URINARIAS INFANTIL

Dr. Jaime Humberto López Álavarez

### RESUMEN

La infección de vías urinarias (IVU) es una patología muy frecuente en edades pediátricas. La infección puede comprometer las vías del tracto urinario tanto alto como bajo. Entre los agentes etiológicos están bacterias gram-negativas como *Echericha coli* y gram-positivas como *Stafhylococcus epidermis*, además de virus y hongos aunque en menor frecuencia. Entre los factores de riesgo se encuentran: edad menor a un año, fimosis, género femenino, alteraciones funcionales y anatómicas del tracto urinario e hipercalciuria. Si sintomatología depende de la edad, siendo ésta en neonatos y menores de dos años variada e inespecífica, por lo general incluye fiebre y vómito. Dentro del diagnóstico diferencial se debe considerar además de gastroenteritis, apendicitis aguda, entre otras patologías. Su diagnóstico clínico puede complementarse o confirmarse con exámenes de laboratorio, lo que incluye biometría hemática, elemental y microscópico de orina (EMO), cultivo y antibiograma de orina y exámenes de imagen. La obtención de la muestra de orina para el examen es muy importante, siendo la más confiable la obtenida por punción supra-púbica con una sensibilidad del 99%, luego la cateterización y finalmente la recolección de mitad de chorro. Los exámenes de imagen, lo que incluye ultrasonografía y cisto-uretrografía miccional seriada, se recomiendan en caso de IVU recurrente, pobre respuesta al tratamiento y en caso de detectarse masas abdominales y patrones de micción anormales. El tratamiento debe incluir la administración de líquidos y antibióticos y puede proporcionarse de manera ambulatoria u hospitalización según la gravedad del caso y edad del infante.

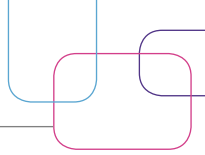


## **EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (Triticum) POR HARINA DE MÁCHICA (*Hordeum vulgare*) EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA E INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE GALLETAS**

Dra. Mayra Alexandra Logroño Veloz  
Dra. Janet Graciela Fonseca Jimenez

### **RESUMEN**

Para evaluar el efecto de la sustitución parcial del harina de trigo (*Triticum*) por harina de máchica (*Hordeum vulgare*) en la calidad de galletas se aplicó un diseño experimental completamente al azar (DCA). Se aplicaron dos tratamientos: T1: 100% harina de trigo y T2: 70% harina de trigo (*Triticum*) + 30% harina de máchica, con adición constante para ambos tratamientos de grasa, azúcar, sal, leudante, huevos y esencia de vainilla. Las galletas luego se hornearon a 170 °C por 10 minutos. Los productos se sometieron luego a análisis físico-químico, test de aceptabilidad e información nutricional. Los productos de ambos tratamientos estuvieron en los rangos de calidad establecidos por las Normas INEN y presentaron un puntaje de aceptabilidad promedio de 4.2 que indica "me gusta mucho". T2 presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en cuanto al porcentaje de fibra ( $19.2 \pm 0.31$ ), ceniza ( $5.9 \pm 0.14$ ) que fue mayor que en T1. Además T2 presentó menor porcentaje de carbohidratos totales ( $41.8 \pm 0.98$ ), menor cantidad de agua ( $5.5 \pm 0.31$ ) y textura más crujiente. La información nutricional para una porción de dos galletas de 14 gramos basada en una dieta diaria recomendada de 2000 Kcal, indicó que T2 presenta menor cantidad de calorías y mayor porcentaje de fibra, lo que es ideal para evitar enfermedades no transmisibles como diabetes y sobrepeso.

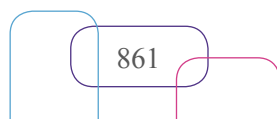


## HEMORRAGIA POSPARTO

Dr. Lino Arturo Rojas Pérez

### RESUMEN

La hemorragia posparto (HPP) es la pérdida de sangre mayor de 500 mL luego de un parto vaginal o mayor. Se trata de una HPP primaria o inmediata cuando el sangrado ocurre en las primeras 24 horas después del parto y secundaria o tardía cuando se produce 24 horas a 6 semanas (12 semanas) después del parto. Desde el punto de vista clínico, toda pérdida de sangre con posibilidad de producir inestabilidad. Entre las causas más frecuentes se encuentran: atonía uterina que puede ser difusa o localizada; trauma, lo que incluye lesión cervical o vaginal, ruptura uterina, desgarros o laceraciones del canal del parto, inversión uterina; acretismos placentarios, alumbramiento incompleto y; coagulopatía que es tanto causa como consecuencia de la HPP y se debe a sangrado abundante persistente que independientemente de la causa. En cuanto a los signos y síntomas de la HPP, se puede observar lo siguiente: palidez, mareos, debilidad, palpitaciones, diaforesis, inquietud, confusión, falta de aire, síncope, hipotensión, taquicardia, oliguria, shock hipovolémico, daño de órgano blanco, accidente cerebrovascular, infarto de miocardio, entre otras. Por lo expuesto es fundamental prevenir la HPP y si se presenta dar un manejo apropiado para evitar sus complicaciones.







V CONGRESO INTERNACIONAL ESPOCH SECTEI 2018



DIRECCIÓN DE  
PUBLICACIONES

ISBN: 978-9942-8697-5-3