



DIRECCIÓN DE
PUBLICACIONES

LIBRO DE MEMORIAS

DEL IV CONGRESO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN 2017

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.

ISBN: 978-9942-8611-6-0

COMITÉ ORGANIZADOR

Ing. Luis Fiallos
Vicerector de Investigación y Posgrado

Ing. Luis Flores Mancheno , PhD.
Director de Publicaciones

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

Lic. Javier Sotomayor.
Investigación Trasferencia de Tecnología

Ing. Israel Heredia
Proyectos y Trasferencia de Tecnología

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Lic. Blanca Naula E, MsC.
Docente Investigadora

Srta. Gabriela Saltos
Diseño DP

Tlga. Joselyn Chávez
Diseño DP

Lic. Marco Cárdenas
Diseño DP

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.

Ing. Marcelo Navarro Ojeda, PhD.

Delegado Dirección Publicaciones.

Ing. Oscar Parada Gutiérrez, PhD.

Representante Fac. Adm. Empresas

Dr. Aymary K. Yaulema Riss, PhD.

Repres. Fac. Salud Pública

Dr. Mario Batista Zandivar, PhD.

Repres. Fac. Mecánica

Dr. Miguel Tasambay, PhD.

Repres. Fac. Infor. Electrónica

Ing. Henry Herrera, PhD.

Repres. Fac. Recursos Naturales

Dra. Adriana Rincón, PhD.

Repres. Fac. Ciencias

Dr. Antonio Morales, PhD.

Repres. Fac. Ciencias Pecuarias

CONVOCATORIA

la IV SEMANA DE LA CIENCIA TECNOLOGÍA EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN es un evento de divulgación científica y cultural de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH (Ecuador), revisada por pares y que se publica con una periodicidad anual. En este evento se publica artículos inéditos en español que hacen referencia a las Ingenierías- Tecnológicas, ciencias Básicas, Ciencias Agropecuarias, Ciencias de la Salud, Ciencias de la Vida y Ambiente, Ciencias Sociales y Administrativas; y que no hayan sido publicadas o enviadas para su publicación en cualquier otra revista u otro evento científico.

Cabe señalar, que los manuscritos enviados al SCTEI 2017, deberán ser trabajos originales que no hayan sido presentados o publicados con anterioridad, ni estén sometidos a algún proceso de revisión. Con el fin de evitar posibles conflicto de interés, se invita a los autores a omitir sus nombres y filiaciones de los manuscritos a enviar. Una vez aceptados los trabajos se les pedirá a los autores añadir esta información.

Los manuscritos enviados al SCTEI 2017, están sujetos a revisión por el comité científico. Cabe señalar que el comité científico evaluará entre otros aspectos: la originalidad, relevancia, estructura, y claridad del trabajo.

Sobre el envío de trabajos: Referente a la fecha límite de envío, favor enviar el trabajo en formato Pdf, omitiendo los nombres y filiaciones de los autores. una vez aceptado el trabajo y atendidas las correcciones, enviar la versión final en formato Word a través de la plataforma EasyChair. en la versión final del escrito se deb incluir los nombres y filiaciones de los autores. Revisar la normativa de artículos científicos de este enlace.

Sobre la publicación de los trabajos: Los manuscritos aceptados se publicarán en un libro de actas impreso con ISBN.

Los trabajos deben ser enviados a través de la plataforma EasyChair en este enlace.

Formato Póster: Para la SCTEI 2017, los posters enviados deberán ser escritos en Castellano usando el formato Word que puede descargarse en este enlace. Las tablas, gráficos, fotografías adjuntar en una carpeta adjunta.

PRESENTACIÓN

La publicación del libro de memorias del cuarto Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2017 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 políticos y en general en la sociedad ecuatoriana.

Saludo y felicito al personal del Instituto de Investigaciones, que es el espacio institucional creado en la ESPOCH para potenciar la investigación 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

ÍNDICE

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: HERRAMIENTA Y CIENCIA EN LA ELABORACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	8
EVALUACIÓN Y APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE RESIDUOS AGRO INDUSTRIALES DE ZANAHORIA Y SUERO DE LECHE EN LA ELABORACIÓN DE BIOENSILAJE COMO ALIMENTO PARA RUMIANTES.....	23
MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA ESTIMAR LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DEL CULTIVO DE PAPA (SOLANUM SPP) EN RIOBAMBA-ECUADOR	43
ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN NATURAL DESPUÉS DE LA EXPLOTACIÓN DE PINO EN EL PÁRAMO DE TAMBOLOMA.....	57
EL FESTULOLIUM COMO UNA ALTERNATIVA FORRAJERA EN LA PARROQUIA DE SAN JUAN.....	66
CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE LAS PEQUEÑAS FINCAS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	77
CLASIFICACIÓN ESPERMÁTICA EN EL TRACTO GENITAL BASADO EN LA MORFOMETRÍA DEL ESPERMATOZOIDE PORCINO.....	87
LÍNEAS DE ACTUACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS AGROCADENAS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	100
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS CALIFORNIANOS, ALIMENTADOS CON DIETAS BASADAS EN HARINA DE FOLLAJE DE DOS LEGUMINOSAS.....	109
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TIERRA DE DIATOMAS EN EL CONTROL DE HELMINTOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS DE ENGORDE.....	120
DETERMINACIÓN DE SISTEMAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL CUY Y FORMAS DE CONSUMO EN LOS CANTONES DE GUAMOTE, COLTA Y RIOBAMBA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	131
PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE PROVEEDORES Y DISTRIBUIDORES EN LA CADENA DE SUMINISTROS DE LA LECHE DE GANADO VACUNO.....	142
MEJORAMIENTO DEL CÓMPUTO AMINOACIDICO DE UN MIX DE VEGETALES DESHIDRATADOS CON CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS), PARA DAR UN VALOR AGREGADO Y PROMOCIÓN DE SU COMERCIALIZACIÓN.....	154
DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE NOVILLAS EN LA HACIENDA LOS PINOS URBINA.....	164
PREVALENCIA DE ANTICUERPOS Y FACTORES DE RIESGO ALADIARREA VIRAL BOVINA EN GANADO LECHERO VACUNADO DEL SUR DE ECUADOR.....	175
EFFECTO DEL ÁCIDO LÁCTICO SOBRE LA MICROFLORA EN CARNE BOVINA.....	183
EFFECTO DE CELULASAS Y XILANASAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL BROZA DE ESPÁRAGO, PANCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ EN RUMIANTES.....	192
RADAR DE APERTURA SINTÉTICA (SAR) PARA DETECCIÓN DE OBJETOS EN AMBIENTES INTERNOS MEDIANTE UNA TARJETA USRP B210.....	202
REQUERIMIENTOS DE LAS FUENTES DE TRACCIÓN AGRÍCOLA EN LA REGIÓN ALTO ANDINA DEL ECUADOR.....	210
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS, CON CONTROL AUTOMÁTICO EN LA AVÍCOLA GANAZHAPA, PARROQUIA TAQUIL DE LA CIUDAD DE LOJA.....	222
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES ROBUSTO EN LA DETECCIÓN DE DATOS ATÍPICOS MULTIVARIANTES EN ESTADÍSTICAS DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD.....	232
SISTEMA RADAR UTILIZANDO EL SENSOR KINECT PARA DETECCIÓN DE OBJETOS Y RECONSTRUCCIÓN DE PERFILES.....	241
HERRAMIENTAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN GOBIERNOS TI.....	254
DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA WEB Y DISPOSITIVOS MÓVILES DE INTERACCIÓN ENTRE CIUDADANOS Y RECICLADORES.....	265
PROCESAMIENTO DE SEÑALES MIOELÉCTRICAS PARA CONTROL DE UNA PRÓTESIS ROBÓTICA.....	

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR ECUATORIANAS: ARTÍCULO DE REVISIÓN.....	275
TECNOLOGÍA PARA GESTIONAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO EN EQUIPOS CRÍTICOS HOSPITALARIOS.....	281
SISTEMAS WEB BASADOS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA MAPEO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS: ARTÍCULO DE REVISIÓN.....	290
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL USANDO RADIO DEFINIDO POR SOFTWARE, PARA EL ANÁLISIS DE LA MIGRACIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL EN ECUADOR.....	305
ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN CONTINUA DE QUÍMICOS DEL ACTIVO LIBERTAD DE PETROAMAZONAS – EP.....	320
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PIRAMIDAL EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.....	330
USO DE INTERNET EN LA ENSEÑANZA QUE DESARROLLAN LOS DOCENTES DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.....	343
BUEN VIVIR, UTOPIA O MODELO DE DESARROLLO.....	355
EVALUACIÓN DE MICRO PEQUEÑOS EMPRENDIMIENTOS DE LA ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA PREVIO A PARTICIPAR EN UN ÁRNDAD DE NEGOCIOS.....	371
EMPLEABILIDAD EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA ESPOCH Y GENERACIÓN DE PEQUEÑAS EMPRESAS.....	380
AUDITORÍA INFORMÁTICA DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “FERNANDA QUILEMA”, APLICANDO EL MARCO DE TRABAJO COBIT.....	392
FACTORES DEL CONTROL INTERNO QUE DETERMINAN EL RIESGO EMPRESARIAL EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	398
NEUROMARKETING UTILIZANDO UN ELECTROENCEFALOGRAMA PARA DETERMINAR LA PERCEPCIÓN VISUAL EN EL CONSUMO DE LA LECHE.....	406
LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL Y SU IMPORTANCIA EN LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO. EL CASO DE LAS PYMES EN ECUADOR.....	414
CADENAS DE VALOR CON ENFOQUE DE ECONOMÍA POPULAR, COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO RURAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO RIOBAMBA.....	421
EVALUACIÓN IN VITRO E IN VIVO DE LA ACTIVIDAD CATALIZANTE DE L'EXTRACTO DE HOJAS DE MYRCIANTHES HALLII.....	431
LA EDUCACIÓN SEXUAL PARA FAVORECER EL LOGRO Y MANTENIMIENTO DE LA SALUD SEXUAL Y REPRODUCTIVA DE UNIVERSITARIOS ECUATORIANOS.....	444
TASAS DE DOSIS EQUIVALENTES AMBIENTALES EN UN RECINTO HOSPITALARIO DE COBALTO TERAPIA.....	452
PROTOCOLO DE ACTUACIÓN PARA LA PREVENCIÓN, DENUNCIA, SEGUIMIENTO Y SANCIÓN, DE ACOSO SEXUAL Y VIOLENCIA BASADA EN GÉNERO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.....	465
ESTUDIO PARA EL ANÁLISIS Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES CARDÍACAS USANDO IEEE 802.15.4.....	474
INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR PARA EL DISEÑO DE MEMBRANAS PARA LA REGENERACIÓN GUIADA DE HUESO ALVEOLAR.....	491
ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE UN EXOSQUELETO USANDO SIMMECHANICS.....	496
ESTUDIO DE RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS EN INFECCIONES DEL TRACTO URINARIO.....	502
IMPORTANCIA FLORÍSTICA DE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO, ECUADOR.....	505
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO, QUE BAÑA A LA POBLACIÓN VULNERABLE DEL CANTÓN PENIPE, ECUADOR.....	517
CARACTERIZACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LAS ESTACIONES EN LOS ALTOS ANDES DE ECUADOR.....	527
CARACTERIZACIÓN DE FUNCIONES EMPLEANDO TAKAGI SUGENOKANG DE ORDEN 2 APLICADA A LA REPRODUCCIÓN DEL COMPLEJO PQRST CARDÍACO.....	539
	551

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: HERRAMIENTA Y CIENCIA EN LA ELABORACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

(THE METHODOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH: TOOL AND SCIENCE IN THE DEVELOPMENT AND EXECUTION OF A RESEARCH PROJECT)

Marcelo Nelson Navarro Ojeda (1)*, Marcell Navarro Santana (2), Luis Eduardo Hidalgo Almeida(1), Rogelio Estalín Ureta Valdez(1), Daniel Mauricio Beltrán Del Hierro(1)

(1) Escuela en Ingeniería de Industrias Pecuarias. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH

(2) Miembro del Grupo Científico de Tribología y Metodología de la Investigación Científica. UHo.

* Teléf.: 29 46 884. elyandy3@gmail.com (M. N. Navarro Ojeda)

RESUMEN

La Metodología Científica y Experimental lejos de constituir un dogma o una tarea de difícil acceso, a la hora de concebir un proyecto de investigación, constituye una muy potente herramienta gnoseológica y epistemológica que facilita y propicia las mejores vías en la solución del problema. Por su constante enriquecimiento y aplicación en las más diversas ramas de las ciencias, tecnologías, etc., se ha convertido en una ciencia con su espacio propio, con fundamentos y principios perfectamente definidos y su inobjetable pertinencia en el campo del saber. Este trabajo, pretendió incursionar, a través de un razonamiento sistémico, y enriquecido por varios ejemplos, en la lógica-metodológica y estructuración de cómo llevar a feliz término un proyecto de investigación. A lo largo del desarrollo del mismo se pueden encontrar preguntas y constantes reflexiones a tópicos y aspectos, que siendo muy actuales y recurrentes, le facilitan al lector-investigador hallar las respuestas a cómo enrumbar la solución de su problema de investigación.

Palabras clave: metodología de la investigación, proyectos de investigación, razonamiento sistémico

SUMMARY

The Scientific and Experimental Methodology, far from constituting a dogma or a task difficult to access, when conceiving a research project, constitutes a very powerful gnoseological and epistemological tool that facilitates and favors the best solution problem form. By its constant enrichment and application in the most diverse branches of sciences, technologies, etc., it has become a science with its own space, with perfectly defined foundations and principles and its unobjectionable relevance in the field of knowledge. This work, tried to enter, through a systemic reasoning, and enriched by several examples, in the logic-methodological and structuring of how

to successfully lead a research project. Throughout the development of the same one can find questions and constant reflections to topics and aspects, which being very current and recurrent, facilitate to the reader-researcher to find the answers to how to find the solution of his research problem.

Keywords: research methodology, research projects, systemic reasoning

1. Introducción

Sería conveniente en primera instancia buscar una definición de la palabra “proyecto”: “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. (Rojas, 2011)” (p.69) (1).

Por otra parte, Maldonado, refiriéndose a los métodos y técnicas utilizados durante el proceso de investigación, tema que se abordará en el presente trabajo, puntualiza algo muy interesante:

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. (Ander-Egg)... 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 (2).

Pero, la reflexión, entorno a esta problemática, requiere una mayor profundidad de análisis: “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? Y, siguiendo la misma línea inductiva sobre esta temática, resulta en extremo interesante la cita que a continuación aparece, que conduce a una reflexión aún mayor:

Esa mañana entré lleno de curiosidad a la solemne Biblioteca de la Universidad de la Sorbona en París y le pregunté a la bibliotecaria: "¿tienen ustedes y dónde puedo encontrar material de historia de la Patagonia?" a lo que ella me contestó: "si tenemos, pero dígame qué anda buscando..." Pensé un instante y le respondí: "busco material sobre la historia de la Patagonia durante el siglo XIX..." a lo que ella contestó serenamente: "si tenemos, pero dígame por favor, ¿qué anda buscando...?"

Algo turbado me quedé en silencio pensando y le volví a preguntar: "quisiera encontrar material de historia económica de la Patagonia durante el siglo XIX ..." y la respuesta de la bibliotecaria fue calmada y precisa: "si tenemos material de historia económica de la Patagonia en el siglo XIX, pero, señor, dígame por favor qué anda buscando..."

Ya en estado de incomodidad intenté precisar mi demanda diciéndole: "busco materiales de historia económica de la Patagonia chilena durante el siglo XIX y especialmente sobre la Sociedad Explotadora de Tierra del Fuego y sus estancias..."

La bibliotecaria, sin que se le mueva un músculo de su rostro me contestó en tono tranquilo. "sí señor, tenemos de ese material, pero en esta Biblioteca deben haber a lo menos unos 350.000 títulos sobre la Patagonia, en francés, en inglés, en alemán, en portugués, en italiano y en español... de manera que le solicito me diga exactamente qué es lo que anda buscando..."

Esta vergonzante anécdota que me tocó vivir, me permite introducir esta reflexión sobre la búsqueda que deben hacer los estudiantes y los investigadores y la necesidad que tienen de abordar la metodología de la investigación.

Cuando el lector o el investigador se internan en el campo de la Metodología de la Investigación, fácilmente percibe que se ha internado en un bosque frondoso, donde no puede distinguir arbustos de árboles, ni puede encontrar orientaciones que le permitan encontrar lo que busca.

No está demás consignar aquí una frase extraída del sentido común de un académico en la Universidad que lanzó un día en clases: "para saber buscar, debemos saber primero qué andamos buscando"... (3).

1.1. Etapas fundamentales de una investigación

Carrasco (4), compendiando a diversos autores, plantea que toda información debe transitar por las siguientes etapas:

I. Preparación de la Investigación: a) Delimitación del tema, b) Revisión de trabajos previos y c) Elaboración del proyecto. II. Ejecución de la Investigación: d) Aplicación de diversos métodos y técnicas de Investigación y e) Recopilación de los datos. III. Procesamiento de la Información: f) Tabulación, pruebas estadísticas, gráficas, etc., y g) Análisis cuantitativo y/o cualitativo de la información. IV. Redacción del Informe de Investigación: Elaboración del reporte de la investigación según las exigencias metodológicas, regidas por los documentos vigentes para cada país o internacionalmente (5,6,7, y 8)

¿Pero, ..., por dónde comenzar?

1.2. *Los Cuatro Momentos Esenciales en toda Investigación Científica*

“Un diseño de investigación se caracteriza por ser un planteamiento sintético. Esto quiere decir que propone de una manera concreta aquellos elementos indispensables para comprender lo que el investigador le interesa estudiar” (9). “No es posible obtener un conocimiento racional, sistemático y organizado actuando de cualquier modo: es necesario seguir algún método, algún camino concreto que nos aproxime a esa meta” (10).

Toda Proyecto de Investigación Científica en general, posee Cuatro Momentos Esenciales que parte de la necesidad de dar solución parcial o total a un problema que demanda por la sociedad ser resuelto (ver Fig. 1).

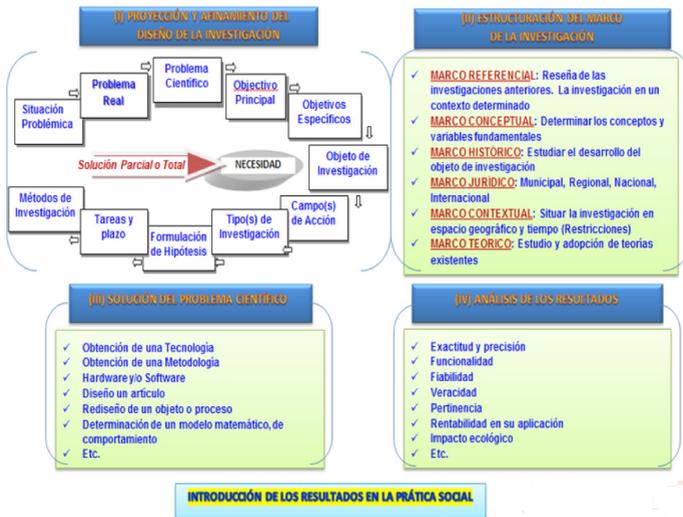


Fig. 1. Los cuatro momentos esenciales en una investigación.

Proyección y Afinamiento del Diseño de la Investigación (I)

En el primer recuadro de la Fig. 1 se presenta la concatenación de los diferentes elementos que conforman el diseño de una investigación científica; elementos que guardan una estrecha e inseparable relación; todo debe concebirse como un sistema de interdependencia armónica de todos sus elementos.

Estructura del marco de la investigación (II)

Sobre este importante y controvertido aspecto mucho se ha escrito y son muy diversos los marcos que recoge la literatura internacional, los cuales se resumen en:

Marco Referencial: Reseña de las investigaciones anteriores (La investigación en un contexto determinado); Marco Conceptual: determinar los conceptos y variables fundamentales; Marco

Histórico: estudiar el desarrollo del objeto de investigación; Marco Jurídico: Municipal, Regional, Nacional, Internacional; Marco Contextual: situar la investigación en espacio geográfico y tiempo (Restricciones); Marco Teórico: estudio y adopción de teorías existentes. (11).

No obstante, la esencia de todo radica en contextualizar la investigación en los citados marcos, sin perder el objetivo fundamental de esta parte de la investigación, que es buscar las teorías que avalan la solución parcial o total del problema científico. Se debe incursionar, a través de la revisión de la literatura y consulta de expertos que y como se ha hecho en situaciones similares; que soluciones fueron propuestas como vías más factibles. Este importantísimo proceso se lleva a cabo paralelamente al primero: proyección y afinamiento diseño de la investigación. (12, 8).

Solución del Problema Científico (III)

En este tercer momento, y armado con un adecuado diseño de la investigación y de las teorías que facilitan la solución del problema científico, se procede a dar solución al mismo, que puede ser: la obtención de una Tecnología, de un soft y/o hardware, diseño un artículo, rediseño de un objeto o proceso, determinación de un modelo matemático, de comportamiento, etc. Los métodos (“conjunto de operaciones intelectuales por medio de las cuales una disciplina busca alcanzar la verdad, al tiempo que demostrarlas y verificarlas” (3), empleados pueden ser: teóricos, empíricos o estadísticos, entre otros. (5).

Análisis de los Resultados obtenidos (IV)

En el análisis de los resultados obtenidos, se deberá tener en cuenta: la Exactitud y Precisión, Funcionalidad, Fiabilidad, Veracidad, Pertinencia, Rentabilidad en su aplicación, Impacto ecológico, entre otros, como importantes aspectos a evaluar; en estrecha relación con los resultados obtenidos por otros investigadores. Se debe delimitar perfectamente si la solución obtenida es similar o superior a los que reflejan los antecedentes de la literatura revisada.

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 (5, 11, 13 y 14). 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. 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. ¿El Problema Real,.....?, ¿Cómo reconocerlo?, ¿Qué lo caracteriza?, ¿Cuáles son sus principales atributos?

El Problema Real indefectiblemente parte de una Situación Problémica; se circunscribe en ella; ella lo modela, lo conforma. En torno a este interesante tema, existen muchas similitudes conceptuales, aunque no se defina, por lo regular, el problema inicial (punto de partida de toda investigación), como Problema Real.

En su trabajo, “Qué es un Problema de Investigación”, Padrón (15) incursiona con esta temática 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)

Navarro (2010), citando a Carrasco (2003) (4), sintetiza los criterios de algunos prestigiosos autores acerca de los términos: problema y problema de investigación: “El proceso se inicia en torno a un área problemática de investigación, éste surge de un contexto teórico o práctico. Esta etapa se puede sintetizarse en la pregunta ¿De qué se trata? El estudio del planteamiento del problema se aborda mediante la descripción de algunos de los aspectos que más lo caracterizan, como son su identificación, valoración, formulación, tipos y etapas” (Álvarez, 1997)... “El problema no se inventa, se formula a partir de las contradicciones de la propia realidad, se parte de situaciones problémicas: hechos, acciones reiterados que conspiran contra el normal desarrollo de la comunidad, del proceso docente educativo o de los procesos en general” (Córdova, 2007). El problema de investigación: Se expresa en términos concretos y explícitos a través del planteamiento y la formulación...Planteamiento del problema: descripción de la situación actual que caracteriza el objeto de conocimiento (síntomas y causas, diagnóstico). (Cruz, 1998)... “Es parte de la metodología de la investigación y consiste en elaborar, sustentar y analizar un cierto problema dentro

de una disciplina científica determinada. Dentro de la investigación científica la construcción y delimitación del problema es el paso previo para la elaboración de la hipótesis” (Dávalos, 2004)... “La inmensa mayoría de las personas identifica el problema de investigación con la situación problema o la formulación problemática pagando por ello un elevado precio que se traduce en pérdida de tiempo, de recursos mentales, materiales, financieros y, lo que es más lamentable, el fracaso en el proceso investigativo” (Díaz, 2001)... “El problema, (el por qué), de la investigación, lo podemos definir como la situación propia de un objeto, que provoca una necesidad en un sujeto, el cual desarrollará una actividad para transformar la situación mencionada y resolver el problema” (Rodríguez, 2008). “El problema de investigación es el inicio o detonador de toda indagación, es lo que desencadena el quehacer científico. Regularmente constituye una dificultad, lo que se quiere averiguar, explicar y/o resolver” (Ruiz, 2001)... “Afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación... Como señala Ackoff (1953), un problema correctamente planteado está parcialmente resuelto, a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución satisfactoria... El tiempo que pudiera mediar entre la Idea y el Planteamiento del Problema es totalmente relativo; puede ser inmediato, o por el contrario llevarse a cabo en un tiempo prolongado” (Sampier, 2003)...

“El estudio analítico de la práctica de los procesos investigativos evidencian que todo Proceso de Investigación Científica está orientado a la solución de problemas científicos. Todo problema científico se formula conscientemente y su solución debe ser alcanzada en el curso de la investigación. En consecuencia, la primera característica del Proceso de Investigación Científica será el concepto de problema” (Sierra, 1998). “La formulación del problema de investigación es la etapa donde se estructura formalmente la idea de investigación, es este el primer paso, donde se define qué hacer” (Tapia, 2000)... “El problema es el punto de partida de toda investigación, puede llegar a ser la etapa más larga del proceso de investigación, y surge por una laguna en el conocimiento, por una aparente contradicción respecto a investigaciones anteriores, o simplemente por observar un fenómeno nuevo” (Bizquera)... “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). “El problema es el punto de partida de la investigación. Todo problema aparece a raíz de una dificultad, interrogante o duda que se origina a partir de una necesidad” (9).

Se hace casi imprescindible volver sobre el primer recuadro y analizar un poco más detenidamente los elementos que lo conforman. Durante la concepción y proyección del Diseño de la Investigación; es decir, el cómo lograr una casi perfecta relación entre: el Problema Real- Problema Científico-Objetivos-Objeto-Campo de Acción -Métodos-Tipo-Hipótesis y Resultados de la Investigación, se torna una de las tareas más importantes en el curso de todo trabajo investigativo. Las principales características de cada y uno de estos imprescindibles eslabones que articulan

toda investigación científica, se presentan en la Fig. 2.

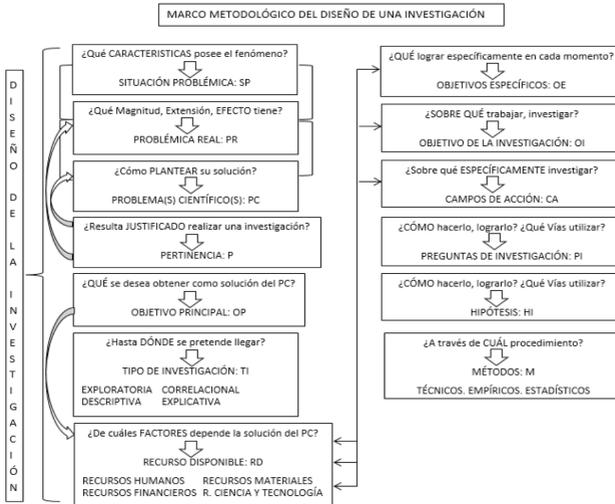


Fig. 2. Representación esquemática de los eslabones que conforman el Diseño de una investigación (2).

3.1.1. ¿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 suscita 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 descuidando un factor primordial: el tiempo de elaboración de dicho trabajo y, desde luego, el método para hacerlo” (16).

“Se observa en diplomantes, estudiantes de cursos de maestría y en algunos especialistas que enfrentan un problema de investigación, reales dificultades en la conceptualización clara del problema, de la hipótesis y el manejo de las variables; de la relación directa que existe entre las variables de la hipótesis y el diseño experimental; así como en la concepción y elaboración del marco teórico, entre las principales dificultades” (5).

Pero, ante todo, debe tenerse en cuenta que el problema debe expresar la relación entre dos o más variables. Existen dos formas bien diferenciadas: 1.) Como una interrogante (pregunta): p.ej.: “¿Qué causas provocan la aparición de liisteriosis?”, 2) Como una expresión clara y concreta de realidad constituye el reto trazado: p.ej., “La Liisteriosis causa serios daños en la salud humana”; “Deficiente selección de lubricantes provoca daños severos en máquinas y equipos”. Si no tienes un problema, entonces, ¡no necesitas un proyecto!

En la formulación de los objetivos, en el ámbito de las investigaciones, la literatura, de forma generaliza, coincide que se debe Especificar el “¿QUÉ?” investigar y no debe contestar el

“¿Cómo?” ni el “¿Para Qué?”. Además, se recomienda: formular un solo Objetivo General por problema e identificar los Objetivos Específicos de investigación al nivel restringido (Ayudan a ir alcanzando las metas, los resultados, constituyen niveles de solución del problema; conducen hacia la consecución del objetivo principal). A continuación se ofrece un ejemplo de cómo redactar correctamente el objetivo de una investigación (Especialmente en investigaciones básicas). “Así, los objetivos son los propósitos del estudio, expresan el fin que pretenden alcanzarse; por tanto, todo el desarrollo del trabajo de investigación se orientará a lograr estos objetivos” (17).

Forma incorrecta: “determinar las causas que originan la mala preparación de los estudiantes a través de un análisis detenido de su naturaleza (Cómo) con el fin de procurar alternativas concretas para su erradicación (¿Para qué?)”.

Forma correcta: “La determinación de las causas que originan la mala preparación de los estudiantes y la influencia de ello en la calidad de las clases (¿Qué?)”.

La concatenación entre el Problema y el objetivo principal deben estar perfectamente definida, p.ej.:

Problema: ¿Cómo determinar el momento de sustituir la herramienta de corte sin perder parte de la vida útil del filo, ni que aparezcan piezas defectuosas?

Objetivo Principal: Elaboración de una metodología co e interrelacional de la herramienta de corte, el desgaste que le produce el proceso de torneado, fresado, etc., y el momento de su sustitución.

Por otra parte, en muchas ocasiones, se formulan preguntas demasiadas generales que no conducen a una investigación concreta, p.ej., “¿Cómo influye la fricción en los sistemas tribológicos?”. Es tan general esta pregunta de investigación que no se sabe si la fricción pudiera ser un evento favorable o desfavorable, el ejemplo de la combinación: frenos – desgaste de las zapatas en el sistema de frenado de una máquina autopropulsada, exhibe las dos posibilidades.

Otro ejemplo pudiera dar más luz sobre esta aseveración: ¿Qué lubricantes son los mejores para la lubricación de los sistemas tribotécnicos? Pero.....?: ¿Para cuales sistemas tribotécnicos?, ¿Con qué exigencias de funcionamiento?, ¿Bajo qué condiciones ambientales?, ¿Bajo qué condiciones de explotación?, etc. En este mismo ejemplo si la pregunta se formulara: “¿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, si se estaría definiendo claramente la pregunta de investigación.

Existe otro tópico de extrema importancia: la relación entre el Problema- Tema- Objeto- Campo de Investigación. Los siguientes dos ejemplos definen claramente esta relación. Ejemplo 1: *Problema de investigación:* ¿Es posible determinar durante la etapa de diseño posibles fallos en estructuras metálicas soldadas para puentes por el MEF?, *Objeto de estudio:* Comprobación de estructuras metálicas por el MEF, *Campo de acción:* Comprobación de estructuras metálicas soldadas para puentes por el MEF. Ejemplo 2: *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

La hipótesis, en todo trabajo de investigación posee una connotación de suprema importancia; ya que, las mismas constituyen la vía escogida por el investigador para dar solución al problema científico. Pero, a la hora de enunciar la misma se debe tener en cuenta la íntima relación existente entre las variables que la conforman: las variables dependientes (VD) y las independientes (VI). A continuación se exponen dos ejemplos: 1) Hipótesis: “El radio de la punta de la herramienta influye, significativamente, en el acabado superficial de una pieza en el proceso de torneado”: VI → Radio de la punta de la herramienta; VD → Acabado superficial. 2) Hipótesis: “Las grandes cargas y las velocidades lentas dan lugar a la aparición de la lubricación EHD”: VI → grandes cargas y velocidades lentas; VD → Lubricación EHD

En resumen, la relación que muestra el Problema Científico – el Objeto de Estudio - el Campo de Acción - los Objetivos de la investigación – la Hipótesis - las Tareas debe estar muy claramente definidas. El siguiente ejemplo ayuda a comprender mejor este importantísimo aspecto.

Problema científico: “¿Cómo elevar el nivel de formación y desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de la especialidad mecánica de taller, en la asignatura Prácticas de Taller Mecánico, de la Educación Técnica y Profesional?”; o puede dársele otro enfoque. “Bajo nivel de formación y desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de la especialidad mecánica de taller, en la asignatura Prácticas de Taller Mecánico, de la Educación Técnica y Profesional”; El objeto de estudio: El Proceso Pedagógico de Formación del Profesional; El campo de acción: la formación y desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de la especialidad mecánica del taller, en la asignatura Práctica de Taller Mecánico de la Educación Técnica y Profesional; Objetivos de investigación: proposición de las consideraciones metodológicas en la formación y desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de la especialidad de Mecánica de Taller de la asignatura Práctica de Taller Mecánico de la Educación Técnica y Profesional; Objetivos específicos: 1) Caracterización de la situación histórica y actual de la formación y desarrollo de habilidades profesionales de la asignatura Práctica de Taller Mecánico, 2) Elaboración de una propuesta de consideraciones metodológicas sobre el nivel de formación y desarrollo de habilidades profesionales en el estudiante, en la asignatura Práctica de Taller Mecánico, 3) Validación experimental de la aplicabilidad de la propuesta, Hipótesis: “las consideraciones metodológicas que tengan en cuenta la planificación del sistema de componentes del proceso pedagógico profesional en la clase de taller, la determinación de un sistema de habilidades profesionales, la organización de la rotación en las secciones del taller y la concepción del sistema de pasos para dar cumplimiento a las tareas correspondientes a unidades de ajuste y torno, posibilitarán elevar el nivel de formación y desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes”, Tareas de investigación: 1. Revisar la bibliografía sobre el sistema de habilidades profesionales de los estudiantes de la especialidad mecánica del taller, 2. Consultar a expertos (pedagógicos) sobre la forma de impartición de la asignatura práctica de taller mecánico, 3. Determinar el sistema de habilidades profesionales que mejor se adecue a la teoría y experiencias prácticas.

3.2. El “Marco Teórico” de una investigación

El muy controvertido y no siempre bien concebido y estructurado Marco Teórico constituye el sustento de toda investigación científica. 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 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.

En la construcción del Marco Teórico o Teórico-Referencial, se conocen dos etapas muy bien definidas: 1) La revisión de la literatura (este importante aspecto no es exclusivo del Marco Teórico, sino que puede estar presente durante todo el desarrollo del trabajo de investigación: Informe). La revisión de la bibliografía posee una importancia cardinal en la construcción del marco teórico, ya que, a través de él, se pueden “descubrir” las posibles teorías que se relacionan con el fenómeno estudiado); 2) y, como segundo aspecto, y consecuencia del primero: La adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica.

3.2.2. La adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica.

¿Qué fuentes consultar? En la Fig. 3 se relacionan las principales fuentes de consulta a la hora de enfrentar la laboriosa tarea de construir el marco teórico de la investigación.

¿Por dónde empezar la revisión de la literatura? Existen tres tipos básicos de fuentes de información: A: Fuentes Primarias (constituyen las fuentes principales del conocimiento, fuentes de primera mano: Libros, monografías y antologías, artículos científicos publicados en revistas en soporte papel o en las diferentes bases de datos nacionales e internacionales, memorias de eventos científicos nacionales e internacionales, testimonios de expertos, trabajos de tesis de trabajos de diploma, maestría, doctorado y de otras disertaciones, reportes de asociaciones y documentos oficiales, documentos en formato electrónico, tales como películas y videos sobre procesos de diseño de piezas, máquinas y equipos, etc.; control de procesos; etc.; B: Fuentes Secundarias (Compilaciones, resúmenes, listados de referencia) (Compendia fuentes de primera mano comentados brevemente, publicadas en un área de conocimiento particular); C: Fuentes Terciarias (Compendia fuentes de segunda mano: documentos que compendian fuentes secundarias, tales como: catálogos de libros básicos que contienen referencias y datos bibliográficos, etc.; nombres y títulos de revistas y otra publicaciones periódicas; nombres de boletines, conferencias, simposios y otros eventos científicos; nombres de empresas, asociaciones industriales y de diversos tipos; nombres de centros e institutos científicos; títulos de reportes con información gubernamental).

mental. Estas fuentes son importantes para detectar aquellas que realizan o apoyan estudios o proyectos de investigación; p.ej. “Industridata” (datos de empresas industriales).

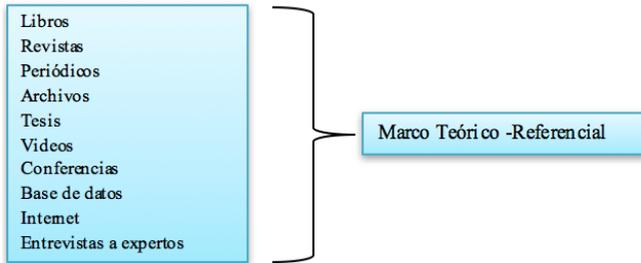


Fig. 3. Principales fuentes de consulta en una investigación.

3.2.3. ¿Cómo se construye el marco teórico?

Según Dankhe (citado por Hernández Sampier, 2003), al revisar la bibliografía se pueden establecer los siguientes casos:

Exista una teoría completamente desarrollada, con abundante evidencia empírica, aplicable al problema de investigación.

Hay varias teorías que se aplican a nuestro problema de investigación.

Hay “piezas trozos” de teoría con apoyo empírico moderado o limitado y que se aplican a nuestro problema de investigación (generalizaciones empíricas o microteorías).

Que solamente existen guías aún no estudiadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de investigación

El siguiente ejemplo ayudará a comprender mejor lo antes citado: “El desgaste multicausal en máquinas y equipos”. Existen varias teorías que pudieran explicar el fenómeno de desgaste en los pares de fricción: (teoría molecular, teoría mecánico-molecular, teoría por fatiga superficial, etc.), en función del mecanismo de desgaste actuante. Podría tomarse una como principal y valorar el efecto de las restantes.

3.2.4. ¿Cómo construir el esquema del Marco Teórico? ¿Qué pasos seguir?

La concepción del Esquema del Marco Teórico, orienta, de forma decisiva todo el estudio posterior a realizar. El siguiente ejemplo, donde se incursiona de lo general a lo específico, siguiendo el hilo conductor de la inducción-deducción y el análisis y la síntesis, facilitará la total comprensión de este crucial momento durante el desarrollo de la investigación. Obsérvese como en solo este ejemplo quedan definidos, e imbricados en un todo, diversos marcos de investigación: histórico, referencial, contextual, metodológico y teórico.

¿Por qué las máquinas cosechadoras de caña de azúcar tuvieron tan poco impacto en el comercio exterior de la República de Cuba durante su desarrollo?

1. La mecanización de la agricultura a nivel mundial
2. La mecanización en Cuba antes de 1959
3. Breve evolución histórica de la mecanización en Cuba después de 1959
 - 3.1. El cultivo de la caña de azúcar en Cuba a principios de la Revolución.
 - 3.2. Introducción de las primeras máquinas soviéticas.
 - 3.3. El surgimiento de la KTP.
 - 3.4. El surgimiento de la CLAAS.
4. Principales problemas en la I +D de las máquinas cosechadoras en Cuba
 - 4.1 Problemas de diseño.
 - 4.1.1 Problemas en el esquema tecnológico de la máquina que limita su producción.
 - 4.2 Problemas de fiabilidad de las piezas empleadas.
 - 4.2.1 Problemas en los transportadores
 - 4.2.2 Problemas en el picador
 - 4.3 Violaciones en el esquema de pruebas.
 - 4.3.1 Pruebas agrotécnicas.
 - 4.3.2 Pruebas tensométricas.
 - 4.3.3 Pruebas de explotación controlada.
 - 4.3.4 No secuencia lógica en la construcción de los prototipos hasta llegar a la prueba de aceptación por el cliente.

Una pregunta interesante sería ¿Qué tipo de investigación llevar a cabo, para dar solución al problema científico planteado? Los estudios a realizar pueden ser muy diversos, pero de forma general se conciben cuatro grandes grupos: 1) Exploratorios (examinan temas o problemas poco estudiados); 2) Descriptivos (especificar las propiedades importantes del fenómeno que se analiza); 3) Correlacionales (Saber cómo se puede comportar una variable, conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas. (Entraña un propósito predictivo).y 4) Explicativos (determinar exactamente las causas de las relaciones causa-efecto. “Van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales” (8).

El tipo de estudio a realizar depende de diversos factores: conocimiento que se tenga del tema; objetivos trazados; recursos disponibles: humanos, materiales y financieros; y el estado de desarrollo que hayan alcanzado la ciencia y la tecnología hasta esos momentos, entre los más importantes. Todo lo anterior, influye directamente en la estrategia a seguir en el diseño de la investigación y la parte experimental: afinación de los objetivos y las hipótesis; y, en consecuencia, los datos que se recolectarán, la manera de obtenerlos, el muestreo a realizar, etc.

3.2.5. *El diseño del experimento. Principales tipos de diseños experimentales*

¿Qué es un experimento?

Ante todo, conviene responderse esta importante pregunta, que encierra toda una valoración con-

ceptual, observando la siguiente figura; la cual evidencia la solicitada respuesta, de una manera muy sencilla y gráfica.

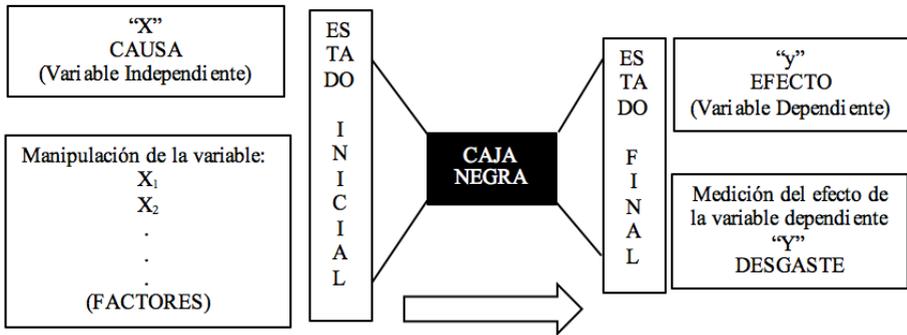


Fig. 4. Representación conceptual del Diseño Experimental.

Entre los diseños experimentales que se utilizan con mayor frecuencia se podrían citar: *Experimentos de Comparación Simple, Diseño completamente al azar, Diseño por Bloques Aleatorizado, Diseño Cuadrado Latino, Diseños Factoriales, Diseño Factorial en Bloques y Diseño Factorial Fraccionario.* (4).

4. Conclusiones

Con el presente, se 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 puede encontrar en muy variadas publicaciones de prestigiosos autores.

El hombre ve hasta donde conoce, 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 por demás valiosos recursos materiales y humanos.

Referencias

1. 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
2. Cruz, Silvia. Metodología de la Investigación. U. O. Septiembre/1998. 17 p.

3. 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.
4. Carrasco García, José E. 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. Agosto/2003. 220 p.
5. Navarro Ojeda, Marcelo. Seminario internacional en Ingeniería en Industrias Pecuarias de la facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. 5-9/12/2016.
6. Navarro Ojeda, Marcelo. 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. 2008. 162 p.
7. Córdova Martínez, Carlos. Consideraciones sobre Metodología de la Investigación. Universidad de Holguín, Centro de estudios sobre Cultura e Identidad. Julio/2007. 105 p.
8. 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>
9. 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>
10. 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.
11. Rodríguez Manuel. 2014. La ciencia, el método y las técnicas de investigación. Recuperado de: <https://metodologiasdelainvestigacion.wordpress.com/2014/09/06/la-ciencia-el-metodo-y-las-tecnicas-de-investigacion/>. 06.02.2014.
12. Galán Amador, Manuel. Guía Metodológica. 2016. Guía metodológica para diseños de investigación. Recuperado de: <http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html> .
13. Maldonado José Á. 2015. La metodología de la Investigación (Fundamentos). Septiembre/2015. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/la-metodologia-de-la-investigacion/#pf26>
14. Cortés Cortés, Manuel y Miriam Iglesias León. Generalidades sobre la metodología de la Investigación. Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen, Campeche, México 2004. Recuperado de: http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
15. 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>
16. Niño Rojas, Victor M. 2011. Metodología de la Investigación. Diseño y ejecución. Ediciones de la U. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://clases.ugb.edu.sv/multimedia/Victor%20Mi>

guel%20Nino%20Rojas%20metodologia.pdf

17. Metodología de la Investigación: mitos y realidades. 2016. Recuperado de <https://www.ui1.es/blog-ui1/metodologia-de-la-investigacion-mitos-y-verdades>

EVALUACIÓN Y APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE RESIDUOS AGRO INDUSTRIALES DE ZANAHORIA Y SUERO DE LECHE EN LA ELABORACIÓN DE BIOENSILAJE COMO ALIMENTO PARA RUMIANTES.

(EVALUATION AND BIOTECHNOLOGICAL USE OF AGRO INDUSTRIAL RESIDUES OF CARROT AND WHEY IN THE PREPARATION OF BIOSILAGE AS FOOD FOR RUMINANTS)

B. Díaz-Monroy*, E. Chacha

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana sur Km 1, Riobamba, Ecuador

*Correspondencia. E-mail: bdiaz@esepoch.edu.ec / holabyron@yahoo.es (B. Díaz-Monroy)

RESUMEN

Se evaluó y aprovechó residuos agroindustriales de zanahoria y suero de leche, para elaborar bioensilaje para rumiantes. Se efectuaron análisis físicos, bromatológicos y microbiológicos. Se utilizaron cuatro tratamientos (diferentes concentraciones de preparado microbiano nativo-probiótico) con 2, 4, 6, y 8%. El pH del proceso fue 3,9 y la temperatura 19°C. El tratamiento con 6% de probiótico obtuvo los mejores resultados, con 15,39% de proteína, 74,78% de humedad y 14,04% de fibra, libre de patógenos como: Salmonella sp, Clostridium sp, E. coli y mohos; con una mayor concentración de bacterias ácido lácticas (2,40E+04 UFC.ml-1) y un beneficio costo de 1,33. La producción de leche en vacas Holstein mestizas alimentadas con este producto, aumentó de 14,08 a 17,40 L.día-1, por lo que se recomienda su uso como alimento suplementario. Palabras clave: Bioensilaje, probiótico, bacterias ácido lácticas, fermentación sólida.

ABSTRACT

Agroindustrial residues of carrots and whey were evaluated and used to prepare bio-silage for ruminants. Physical, bromatological and microbiological analyzes were carried out. Four treatments (different concentrations of native-probiotic microbial preparation) were used with 2, 4, 6, and 8%. The pH of the process was 3.9 and the temperature was 19 °C. The treatment with 6% of probiotic obtained the best results, with 15.39% of protein, 74.78% of humidity and 14.04% of fiber, free of pathogens like: Salmonella sp, Clostridium sp, E. coli and molds; With a higher concentration of lactic acid bacteria (2.40E + 04 UFC.ml-1) and a cost benefit of 1.33. Milk production in crossbred Holstein cows fed with this product increased from 14.08 to 17.40 L.day-1, so it is recommended it use as supplementary feed.

Key words: Bio silage, probiotic, lactic acid bacteria, solid fermentation

1. Introducción

El cultivo de zanahoria en el Ecuador ocupa una superficie mayor a las 4000 ha. Entre las principales provincias productoras se encuentran: Pichincha con 870 ha, Bolívar con 480 ha, Cotopaxi con 446 ha y Chimborazo con 1350 ha sembradas (1)

En la producción de Leche, la región Sierra es la que más aporta con un 75,9%, seguido de la Costa con el 16,6% y el Oriente con el 7,6%. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región que más se destaca es la Sierra con 6,7 L/vaca, debido principalmente a la gran cantidad de ganado lechero presente y a pastos cultivados y naturales que sirven para su alimentación. La región Oriental ocupa el segundo lugar con 4,7 L/vaca y por último la región Costa con 3,6 L/vaca (2).

Chimborazo es la provincia más lechera de todo el grupo, ya que la ganadería de leche es especialmente importante en la región. Es así que según el Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2000 se producen en la provincia 131459 litros de leche diarios.

Estas actividades agroindustriales generan anualmente en el Ecuador miles de toneladas de residuos cuya cifra aún no se ha determinado; mismos que se generan por procesos aplicados y por pérdidas postcosecha. Estos desechos aún no son aprovechados eficientemente, en parte, porque su valor es aún desconocido y, sobretodo, por la falta de métodos apropiados para la preparación y caracterización de sustancias de mayor valor agregado con la suficiente calidad e inocuidad como para ser usadas en procesos alimenticios. Algunos de ellos son arrojados a vertederos a cielo abierto, convirtiéndose en focos de contaminación por su elevado contenido de materia orgánica. Los desechos generados son principalmente residuos de camales, suero de leche (185 toneladas métricas anuales según datos del Ministerio de Industrias y Productividad) y, desechos agrícolas. Dentro de los desechos agrícolas se pueden citar, con datos del MAGAP 2013, se genera 344418 toneladas métricas de cascarilla de arroz, 57020 toneladas métricas de residuos de la cosecha de zanahoria, 1043 toneladas métricas de cáscara de trigo; desechos de industrias de pulpas y mermeladas las cuales generan anualmente 281m3 por tonelada de materia prima. Estos subproductos representan un importante problema ambiental para los productores, afectando tanto a la calidad del ambiente como a la economía local, generando considerables gastos económicos orientados a minimizar los efectos que estos subproductos producen.

Por lo que enmarcados en el Plan del Buen Vivir del Ecuador, el objetivo siete manifiesta “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”, es evidente la necesidad de aprovechar los residuos mediante alternativas tecnológicas disponibles a través de la biotecnología que permiten aprovechar este tipo de residuos mediante el uso de microorganismos benéficos en la generación de alimentos con características adecuadas para rumiantes. Con esta tecnología los pequeños y grandes productores agroindustriales pueden aprovechar sus residuos ya que se les genera una alternativa de uso y obtener ingresos económicos, y disminuir el impacto ambiental; del mismo modo que los ganaderos dispondrían de un producto alimenticio sano y nutritivo elaborado a base de residuos para sus semovientes, con lo cual los dos sectores citados contribuirían a la economía del país.

De esta manera se plantearon estos objetivos: 1) Clasificar y caracterizar los residuales de cosecha de la zanahoria amarilla y del suero de leche; 2) Desarrollar una tecnología en base a fer-

mentación sólida para aprovechar los residuales en un proceso de bioensilaje; 3) Determinar las características y bondades del producto obtenido, como alimento para rumiantes y 4) Calcular el beneficio costo de esta tecnología.

2. Materiales y Métodos

2.1. Ubicación: La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología y Microbiología animal (LABIMA) y en la Estación Experimental Tunshi de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ciudad de Riobamba, Ecuador, que se encuentra a una altitud de 2754 msnm.

Tabla 1. Condiciones meteorológicas de sitio.

PARÁMETRO	PROMEDIO
Temperatura	14,35°C
Humedad Relativa	61,40%
Precipitación	428 mm

Fuente: Estación Meteorológica F.R.N. ESPOCH. (2015).

2.2. *Tratamientos*: fueron distribuidos bajo un diseño Completamente al Azar y se compusieron de esta manera:

Tabla 2. Esquema del experimento laboratorio

Tratamientos (Nivel probiótico, %)	Código	Repeticiones	TUE*	Total
2	T1	4	1	4
4	T2	4	1	4
6	T3	4	1	4
8	T4	4	1	4
TOTAL				16

TUE: Tamaño de unidades experimental (ensilaje) en Kg.

2.3. *Escalado del ensilaje para la alimentación de vacas*: Se realizaron 5 silos, considerando los 4 tratamientos con los diferentes niveles de probiótico (2, 4, 6, y 8%) y un control o testigo sin probiótico, de 50 kg cada uno, que contuvieron zanahoria en raíz y follaje, y, afrecho de trigo, según la composición que se indica en la Tabla 4. Este producto fue evaluado en 10 vacas de la Estación Experimental Tunshi, las mismas que fueron escogidas al azar; estableciéndose 2 semovientes para cada tratamiento.

Tabla 3. Esquema del experimento para alimentación de vacas con el ensilaje
Tratamientos

Tratamientos (Nivel probiótico, %)	Código	Repeticiones	TUE	Total
0	T0	2	1	2
2	T1	2	1	2
4	T2	2	1	2
6	T3	2	1	2
8	T4	2	1	2
TOTAL				10

TUE: Tamaño de unidades experimental, expresado en número de vacas

2.4. Preparado microbiano nativo (probiótico)

Se utilizó un preparado microbiano nativo (probiótico) caracterizado en una investigación previa de Noboa (2015). Se empleó estos ingredientes: suero de leche, sal mineral, jugo de caña, yogurt natural, sulfato de amonio, urea y agua, los cuales se mezclaron en envases plásticos de 4 L. Esta preparación permaneció durante 48 a 72 horas a temperatura ambiente (14 °C promedio en Riobamba), en donde se produjo una fermentación ácida, predominantemente láctica.

2.5. *Residuos de zanahoria*: se obtuvieron del centro de acopio Mercado Mayorista, de la ciudad de Riobamba, generados por los comerciantes de dicho lugar.

Elaboración del bioensilaje de zanahoria

Tabla 4. Composición del Bioensilaje

Zanahoria (raíz)	Follaje de zanahoria	Follaje Afrecho de trigo	Niveles de Probiótico
60%	20%	Del 12 al 18 %	Según el tratamiento (2, 4, 6, y 8 %)

Se picó la zanahoria y el follaje a un grosor no mayor a 2cm, para asegurar su compactación posterior, luego se mezcló con el afrecho y el probiótico, se colocó en fundas negras de polietileno, se compactó y selló la funda sin dejar espacios para la entrada de aire, evitando así la proliferación de microorganismos indeseados.

2.6. Indicadores determinados

Con la aplicación de técnicas y métodos estándares de laboratorio se determinó:

- La calidad nutritiva de los residuos utilizados (humedad, materia seca, fibra y proteína bruta), según AOAC (1995).
- La calidad del producto terminado: humedad, materia seca, fibra y proteína bruta, según AOAC (1995), bacterias ácido lácticas mediante siembra en agar MRS (Man, Rogosa y

Sharpe); hongos, Salmonella sp, Clostridium sp, y E. coli, según 3M–Petrifilm (2009) pH y temperatura.

- El costo.kg-1 de producto.

2.7. Suministro del bioensilaje al ganado durante la prueba biológica de aceptabilidad

La selección y agrupamiento de las 10 vacas para el ensayo se realizó en base al número de partos y se distribuyeron dos por cada tratamiento. Una ración individual de 3 kg.día-1 de bioensilaje se les ofreció en el momento del ordeño. La producción de leche se registró diariamente en los dos ordeños (mañana y tarde).

3. Resultados y Discusión

3.1. Características Bromatológicas de la materia prima

En la tabla 5 se observa los resultados **del análisis bromatológico de la zanahoria y su follaje**.

Tabla 5. Resultados de análisis bromatológico de la zanahoria y su follaje.

Indicador	Zanahoria (%)	Follaje (%)
Humedad	90,20	83,51
Materia Seca	9,80	16,49
Proteína	7,16	10,53
Fibra	7,40	14,74

La cantidad de proteína y humedad disminuye a medida que la planta se desarrolla o envejece tomando en consideración que este fenómeno es menor en leguminosas y tubérculos en comparación con gramíneas (3). Valores similares se reportan para humedad y proteína 90,69 y 6,9%, respectivamente (1). En suelos con altos contenidos en nitrógeno se eleva el contenido proteico en el follaje de las plantas que allí crecen (3).

Tabla 6. Resultados del análisis del suero de leche.

Indicador	Resultado
pH	6,5
Proteína	0,7 %
Grasa	0,55 %
Cenizas	0,5 %

La calidad del suero está relacionada directamente con la calidad de la leche que ha sido procesada en la industria del queso. Son diversos los factores que afectan la calidad nutricional de la leche como: la composición de la dieta, clima, etapa de lactancia, genética, etc., mismos que de forma individual o conjunta, determinan el volumen y la concentración de componentes lácteos como proteína y grasa (4). En Ecuador los niveles de proteína para la leche de vaca se encuentran

alrededor del 3,5% y un 3,7 % de grasa (5). Se reportan valores de 5,6 para el pH, 0,93% para la proteína, 0,80% para grasa y 0,62% para las cenizas, para un suero de este tipo (6), valores que resultan ser superiores a los de la presente investigación. Por otro lado (7), se presentan valores para grasa del 0,5% y proteína del 0,60%, los cuales son inferiores a los reportados en este ensayo.

3.2. Análisis físico- químicos del ensilaje

Grados Brix: El probiótico inicia con 6 °B, a las 24 horas existe un pequeño descenso a 5,8 °B, para finalmente a las 96 horas tener un valor de 5,4 °B, así el probiótico se considera bajo en azúcares.

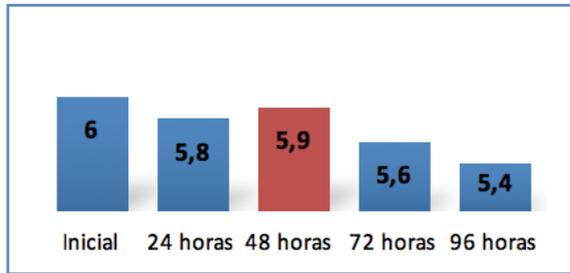


Fig. 1. Grados Brix del probiótico

Los grados Brix miden la cantidad de sacarosa presente en una solución, representa el porcentaje de sólidos solubles. En el refractómetro es determinado por el índice de refracción que da una dilución de sacarosa al 1% (7).

pH y temperatura del bioensilaje

Tabla 7. pH y temperatura para el bioensilaje de zanahoria.

Indicador	Inicial	12 días	24 días
pH	6,0	3,7	3,9
Temperatura (°C)	22	20	19

El bioensilaje puede mantener sus características y cualidades a un pH menor a 4,2; sin embargo valores de 5,0 son aceptables, siempre que exista una proporción elevada de materia seca (8). Si el silo fue mal tapado y su compactación fue mala y entra oxígeno, se genera pérdidas de materia seca y por ende un aumento en la temperatura, la temperatura óptima para un ensilaje está entre 20 y 39°C para el crecimiento de las bacterias ácido lácticas y su crecimiento cesa a los 50°C.

En el trabajo de investigación “Efecto de la aplicación de inoculantes bacterianos en la composición química y fermentativas de ensilados de maíz forrajero” (*Zea mays L.*)” obtiene valores de pH 4,45; 4,55 y 4,6 (9); con lo que se puede decir que nuestro ensilaje tiene valores inferiores a los de esta investigación lo cual puede deberse al contenido del inoculante aplicado en estas investigaciones. En cuanto a temperatura obtiene valores de 21, 22 y 23 °C las mismas que son superiores a las del presente ensayo, mismo que puede ser por el sellado o su compactación y condiciones de fermentación; inclusive por el contenido en el inoculante.

3.3. Características bromatológicas del ensilaje

Humedad (%): Para la variable humedad se reportaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), siendo el mayor porcentaje de humedad al usar el 6% de probiótico nativo con 74,78%, para finalmente descender a una humedad de 73,27; 73,04 y 72,97% para los niveles de 8, 4 y 2% , detallándose en la Fig. 3. Quizás esto se vea influenciado por la actividad microbiana, tomando en consideración que a mayor porcentaje de humedad y pH alto se desarrollan bacterias indeseables como Clostridium. Lo que es sustentado por (8), quienes afirman que cuando la humedad del ensilaje y el pH son altos, se desarrollan bacterias indeseables del género Clostridium, las cuales producen ácido butírico, amoniaco y aminos, mismas que son particularidades de la materia orgánica en descomposición, lo cual genera un ensilaje de mala calidad. El crecimiento de estos microorganismos se inhibe disminuyendo la humedad a menos del 70% o subiendo la acidez.

Tabla 8. Análisis bromatológicos del bioensilaje

Variable	Niveles de probiótico, %				E.E	Prob				
	2	4	6	8						
Humedad, %	72,97	b	73,04	b	74,78	a	73,27	b	0,10	0,0006
Materia seca, %	27,03	a	26,97	a	25,22	b	26,74	a	0,10	0,0006
Proteína, %	14,01	c	14,79	b	15,39	a	14,53	bc	0,10	0,0002
Fibra, %	13,66	a	12,29	b	14,04	a	12,42	b	0,12	0,0011

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas entre las medias (Tukey $\leq 0,05$).

En el trabajo “Evaluación de la producción y calidad de la leche en vacas Holstein de primer parto suplementadas con ensilaje de papa”, se obtuvo un contenido de humedad en el bioensilaje del 71,67% (10); valor inferior a los de la presente investigación; quizá esto se deba a que la zanahoria tiene alto contenido de humedad, mientras que la papa contiene almidón, el cual puede actuar durante el proceso disminuyendo el nivel de humedad en la composición. Mientras que en otra investigación se alcanzó un mayor contenido de humedad con 73,9%, al emplear diferentes cantidades de residuos de lechuga con inóculos de suero de leche para la fabricación de un bioensilaje (11); los mismos que guardan relación con los datos reportados en la presente investigación, posiblemente esto se deba al alto contenido de humedad de las materias primas manejadas en las dos investigaciones ya que estas hortalizas contienen del 92 al 94% de humedad (12). En la Fig. 2, se observa el análisis de regresión para la variable humedad al utilizar diferentes niveles de probiótico.

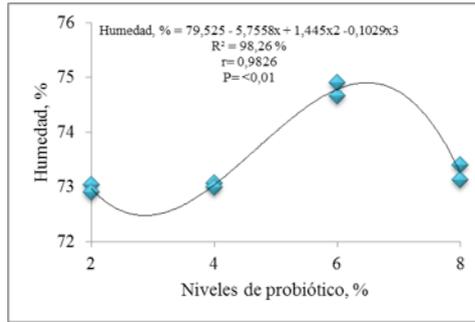


Fig. 2: Gráfico del análisis de regresión para la variable humedad

Materia seca %: En el análisis del indicador “materia seca” se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), reportando un mayor contenido de materia seca en el ensilaje con el 2% de probiótico, con un valor de 27,03%; y en menor porcentaje en los ensilajes con el 4, 6 y 8%, con medias de 26,97; 25,22 y 26,74%, respectivamente. Esto sugiere que la cantidad de materia seca podría estar influenciada por el porcentaje de probiótico utilizado en el ensilaje y por el alto contenido de humedad de la materia prima utilizada.

En la investigación “Efecto de inoculantes microbianos sobre las características químicas y fermentativas de ensilajes de maíz forrajero”, se obtienen un porcentaje de materia seca del 31,14% (13), valor que es superior al de los datos obtenidos en la presente investigación, ya que se puede decir que es por la cantidad de humedad que contienen la materia prima utilizada ya que la zanaoria contiene un alto porcentaje de humedad como se menciona anteriormente; mientras que el maíz forrajero presenta una humedad inferior de 73,58%, alterando de esta manera el contenido de los bioensilajes evaluados. En la Fig. 3, se observa el análisis de regresión para la variable materia seca utilizando diferentes niveles de probiótico.

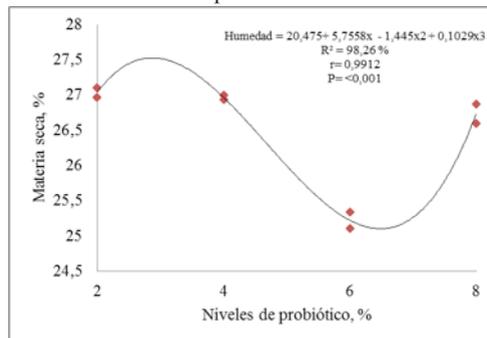


Fig. 3. Gráfico del análisis de regresión para la variable Materia Seca

Proteína (%): En el análisis estadístico para la variable contenido de proteína en el bioensilaje

para rumiantes se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), teniendo así el mayor valor proteico del 15,39%, alcanzado en el tratamiento con el 6% del probiótico, descendiendo con los tratamientos del 4 y 8% de probiótico con medias de 14,79 y 14,53%, para posteriormente determinarse el tratamiento con el 2% del probiótico nativo una concentración de 14,01%, con una desviación entre medias de \pm de 0,10.

El tratamiento con el 6% de probiótico tiene el valor más alto de proteína con lo cual la producción de leche aumenta; se asume que la cantidad de nitrógeno o contenido proteico en rumiantes lactantes se considera en general un aporte proteico del 16%, el mismo que se verá alterado por aspectos tales como edad y etapa fisiológica de los animales, además se puede acotar que la proteína de los alimentos no solo aumenta la masa muscular sino también es necesaria para el funcionamiento metabólico de los rumiantes (14).

En la investigación sobre ensilaje de papa se reporta un valor proteico del 12% (10), menor al conseguido en esta investigación en sus cuatro niveles de probiótico; posiblemente esto se deba al trabajo benéfico de las bacterias lácticas en el bioensilaje que mejoran la fermentación y actividad bacteriana mejorando la incorporación de las materias primas y elevando el contenido proteico. Mientras que en una investigación sobre ensilaje de maíz con tres niveles de inóculos microbianos se reporta valores de proteína de 14,63; 15,14 y 15,07% de proteína (15), que son valores que guardan relación a los obtenidos en la presente investigación, debido a que en las dos establecen niveles de inóculos microbianos, que influyen positivamente en la transformación de la materia prima en un bioensilaje de calidad para la producción de rumiantes incrementando los parámetros productivos como producción lechera diaria. En la Fig. 4, se observa el análisis de regresión para proteína al utilizar niveles diferentes de probiótico.

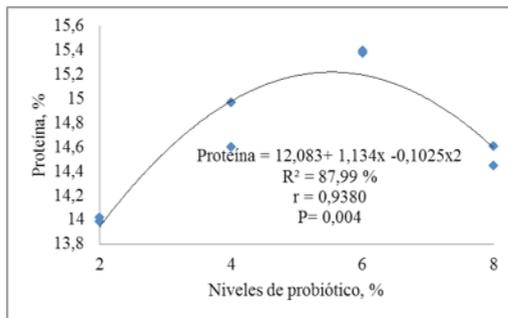


Fig. 4. Gráfico del análisis de regresión para Proteína

Fibra (%): En el análisis de varianza para la variable fibra encontramos que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$) de esta manera obteniendo resultados del 14,04% en el tratamiento que se utiliza el 6% del probiótico, seguido por el tratamiento al 2% con un contenido en fibra de 13,66, para luego tener a los tratamientos con el 4 y 8% con porcentajes en contenido de fibra de 12,29 y 12,42%; con un error estándar de $\pm 0,12$ lo cual se ilustra en la Fig. 5. Por lo tanto, se asume que el tratamiento con el 6% de probiótico tiene el mayor contenido en

fibra la cual ayuda en el metabolismo y digestibilidad del rumiante, además la fibra es un indicador útil para medir el estado de crecimiento en el cual el cultivo para ensilar se ha cosechado y para predecir la digestibilidad y el valor energético del forraje, siendo útil este nutrimento en los rumiantes ya que la función de la fibra es mantener un correcto funcionamiento ruminal que no comprometa su salud (16). Para ello, las vacas deben consumir una cantidad mínima de fibra que estimule la rumia y la salivación. Según la investigación sobre ensilaje de maíz con lacto suero se obtiene valores para fibra de 7,85% (17), siendo bajo en comparación a los obtenidos en la presente investigación, considerando además que el contenido de fibra en las materias primas depende del estado fenológico de la cosecha es decir a mayor edad mayor contenido de fibra.

Mientras que el contenido de fibra obtenido en la investigación con el ensilaje de papa (10), es superior, obteniendo el 27,4% de fibra; quizá esto se deba a su alto contenido en almidón que es su mayor nutrimento bajando el contenido de hemicelulosa y lignina. En la Fig. 5, se observa el análisis de regresión para la variable fibra al utilizar diferentes niveles de probiótico.

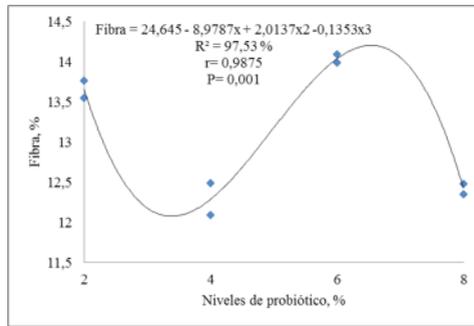


Fig. 5. Gráfico del análisis de regresión para Fibra.

3.4. Características microbiológicas del ensilaje

Tabla 9. Análisis microbiológicos del ensilaje

Variable	Niveles de probiótico, %				E.E	Prob
	2	4	6	8		
Bacterias Lácticas –inicio del proceso UFC.mL-1	9,50E+06	a 1,48E+07	c 1,63E+07	b 1,83E+07	b 3,31E+05	0,0002
Levaduras –inicio del proceso (UPC. mL-1)	2,93E+05	a 7,00E+04	b 2,90E+04	c 1,00E+04	c 3,94E+03	<0,0001
Bacterias Lácticas- final del proceso UFC. mL-1	1,75E+08	d 1,86E+08	c 2,34E+08	b 2,53E+08	a 1,19E+06	<0,0001
Levaduras- final del proceso (UPC. mL-1)	1,55E+04	d 2,35E+04	a 2,40E+04	a 2,10E+04	a 7,91E+02	0,0647

UFC: Unidades Formadoras de Colonia.

Las letras (a, b y c), muestran diferencias altamente significativas entre las medias (Tukey $\leq 0,05$) Bacterias Ácido Lácticas: para esta variable se evidencian diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), teniendo así valores iniciales de $1,83E+07$ UFC.ml-1 para el tratamiento con el 8% de probiótico, a continuación el tratamiento con el 6% el cual presenta el $1,63E+07$ UFC.ml-1 y finalmente los tratamientos con el 4 y 2% de probiótico, los que presentan resultados de $1,48E+07$ y $9,50E+06$ UFC.ml-1, respectivamente; siendo su error estándar de $3,31E+05$ UFC.ml-1.

Al finalizar la fermentación del bioensilaje la concentración de bacterias lácticas subió considerablemente, con diferencias estadísticas significativas teniendo así la mayor concentración de bacterias en el tratamiento al 8% de probiótico, con una media de $2,53E+08$ UFC.ml-1, siguiéndole el tratamiento con el 6% con $2,34E+08$ UFC.ml-1, y los tratamientos con el 2 y 4% presentan resultados menores con $1,75E+08$ y $1,86E+08$ UFC.ml-1; en su orden, con un error estándar de $\pm 1,19E+06$ UFC.ml-1. De tal forma que el alto crecimiento de bacterias lácticas se debe a los favorables valores de pH bajos, que ayudan a inhibir el crecimiento de microorganismos indeseados, y favorecen el crecimiento de microorganismos benéficos; lo cual se muestra en la Fig. 6.

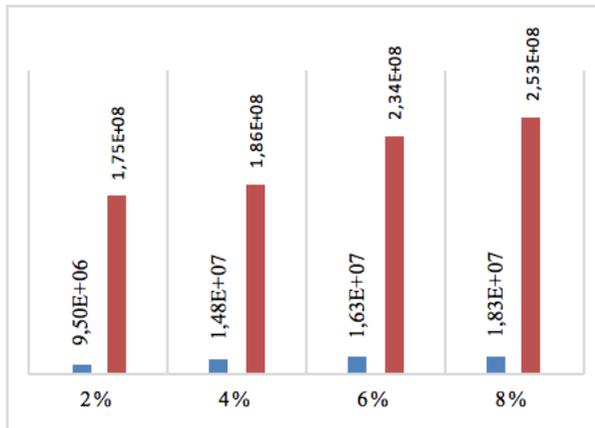


Fig. 6. Gráfico de la evaluación del crecimiento de Bacterias Ácido Lácticas (UFC.ml-1).

El éxito del proceso fermentativo al que son sometidos los ensilajes depende, principalmente, de una cantidad suficiente de bacterias ácido lácticas y de una concentración apropiada de carbohidratos solubles en el forraje que genera el ácido láctico (18). Y así, el pH se mantiene bajo y el ensilaje se conserva en buenas condiciones. La investigación acerca de ensilaje de maíz en clima frío obtiene resultados de $2,0E+06$ UFC.ml-1 al inicio de la fermentación (19) mismo que es cercano a los obtenidos en esta investigación, al final obtiene $3,1E+09$ UFC.ml-1, resultado que es superior al de nuestra investigación. El análisis de regresión para la Bacterias ácido lácticas se puede observar en la Fig. 7.

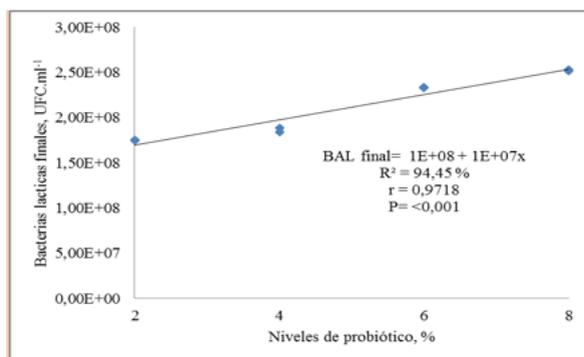


Fig. 7. Gráfico del análisis de regresión para Bacterias Ácido Lácticas.

En el trabajo sobre ensilaje de maíz forrajero con inoculantes bacterianos se reporta resultados de $9,43+04$ UFC.ml⁻¹ (20), por lo que el ensilaje de nuestra investigación tiene mayor concentración de bacterias lácticas, mismas que ayudan a inhibir el crecimiento de patógenos.

Levaduras: La variable levadura según el análisis de varianza muestra una diferencia estadística alta ($P<0,05$), teniendo así al inicio una concentración de $2,93E+05$ UPC.ml⁻¹ en el tratamiento del 2% de probiótico, mientras que para los tratamientos 4, 6 y 8% se obtuvieron concentraciones de $7,00E+04$, $2,90E+04$ y $1,00E+04$ UPC.ml⁻¹ respectivamente; con un error estándar de $3,94E+03$ UPC.ml⁻¹. Al final de la investigación no se presentan diferencias altamente significativas ($P>0,05$), es así que las concentraciones de levaduras son $1,55E+04$ UPC.ml⁻¹ en el tratamiento 2% mientras que para los tratamientos 4, 6 y 8% existen concentraciones de $2,356E+04$; $2,40E+04$ y $2,10E+04$ UPC.ml⁻¹, en su orden, con un error estándar de $7,91E+02$ UPC.ml⁻¹; el crecimiento de levaduras desciende en cuanto aumenta el porcentaje de probiótico, lo cual se ilustra en la Fig. 8.

El crecimiento de estos microorganismos se debe principalmente a que viven de manera natural en los alimentos y forrajes, y tienen la capacidad de desarrollarse más fácilmente a temperaturas bajas, en un rango entre los 0 y 30°C con valores ideales cercanos a los 20°C (con algunas excepciones) y con humedades ambientales mayores al 80% es, por lo tanto, posible que las condiciones ambientales en que se cultivó el forraje hayan sido favorables para el crecimiento de estos microorganismos. Se cita en una investigación sobre ensilaje de maíz, un crecimiento de levaduras en el orden de $9,0E+06$ UPC.ml⁻¹ (21), mientras que (19), en su estudio microbiológico y calidad nutricional de ensilaje de maíz cosechado en dos eco regiones de Colombia obtiene valores iniciales de $2,4E+07$ UPC.ml⁻¹ y $2,0E+04$ UPC.ml⁻¹ a los 28 días de fermentación los cuales son similares a los de esta investigación.

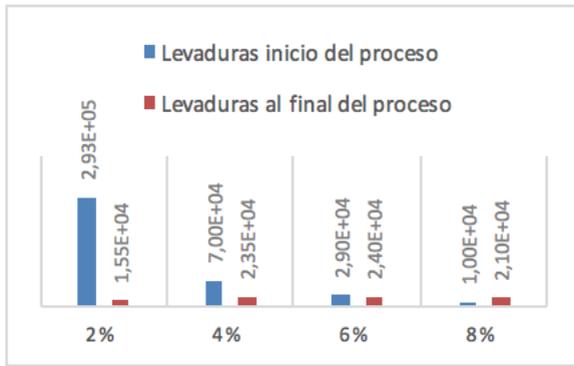


Fig. 8. Evaluación del crecimiento de levaduras.

El análisis de regresión para el contenido de levaduras por efecto de los diferentes niveles de probiótico aplicados en el bioensilaje, se representa en la Fig. 9.

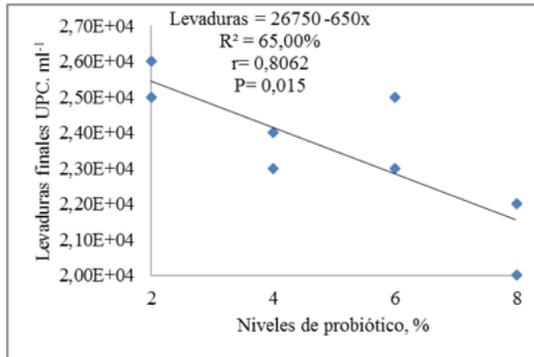


Fig. 9. Gráfico del análisis de regresión para Levaduras.

En la tabla 10 se observa los resultados obtenidos del ensilaje para patógenos tanto al inicio como al finalizar el proceso de fermentación del bioensilaje.

Tabla 10. Resultados microbiológicos para patógenos al final del proceso de bioensilaje

Indicador	Resultado
Microbiológicos UFC.ml-1 E. Coli	Ausencia
Salmonella, sp	Ausencia
Clostridium	Ausencia
Microbiológicos UPC.ml-1 Mohos	Ausencia

La norma INEN 1829, para alimentos zootécnicos establece que debe haber ausencia de Salmonella sp., para E. Coli establece un máximo de 1x10⁴ UFC.ml-1 y para hongos un máximo de

1x104 UPC.ml-1. Por ende se puede afirmar que el ensilaje de nuestra investigación es apto para el consumo en rumiantes, ya que al no existir estos patógenos, los animales no corren riesgo de infección. Tampoco existe la presencia de Clostridium sp., microorganismo que según (16) al presentarse durante la fermentación del ensilaje causa pudrición y una forma de envenenamiento al animal que lo consume, inclusive es un riesgo para la salud humana.

3.5. Análisis de producción de leche

Tabla 11. Producción de leche en vacas alimentadas con el bioensilaje

Variable	Niveles de probiótico, %				E.E	Prob		
	2	4	6	8				
Producción inicial, L	12,94 a	13,34 a	13,27 a	14,08 a	13,78	a	1,78	0,9666
Producción 7 días, L	12,82 a	13,13 a	13,51 a	15,93 a	13,58	a	1,98	0,6834
Producción 15 días, L	12,06 a	12,70 a	14,38 a	16,39 a	13,52	a	1,93	0,4387
Producción 22 días, L	11,80 a	14,14 a	15,64 a	17,40 a	14,01	a	2,32	0,4183

Letras distintas (a, b y c), muestran diferencias altamente significativas entre las medias (Tukey $\leq 0,05$)

Producción de leche: Según el análisis de varianza para la variable producción de leche en vacas Holstein, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), por efecto del bioensilaje de zanahoria con niveles diferentes de probiótico, aún así mostrando diferencias numéricas por efecto de la suplementación a base de bioensilaje con diferentes niveles de preparado microbiano nativo y resaltándose el tratamiento con el 6, 4% con una producción inicial de 11,20 L, a los siete días 11,51 L, a los 15 días disminuyendo su producción a una media de 14,08 L para finalmente a los 22 días de aplicado el tratamiento tener una producción de 17,40 L notándose un aumento numérico en la producción de 3,32 L de leche, es decir el 23,5%. A éste le sigue el tratamiento con el 4% el cual inicia con 13,27 L y finaliza con 15,64 con lo que se tiene un aumento en la producción de 2,37 L lo cual representa un 17,85%; en tanto que el ensilaje con el 8% de probiótico sería el que menos efecto tiene en el ganado apenas con un aumento en los 22 días de tratamiento de 0,23 L lo cual representa el 1,66%; entonces podemos decir que el bioensilaje de zanahoria si influye en la producción de leche.

Se evidencia que los preparados microbianos mejoran notablemente la asimilación de nutrientes, estimulan el apetito (22), por ende favorecen el bienestar del animal, siendo menos propenso a enfermedades entéricas, todo este conjunto mejora los parámetros productivos principalmente en vacas lecheras, las cuales mantienen la condición corporal con incremento de la producción

lechera (22). Un ensayo con la utilización de bioensilajes agroindustriales en la alimentación de vacas lecheras inició con una producción de 25 L.día-1 mientras que al utilizar ensilaje de maíz disminuyó su producción a 18,52 L.día-1 (23) lo cual puede deberse a que el bioensilaje se halla enriquecido con suero de leche y estiércol bovino; el bioensilaje de zanahoria es mejor ya que promueve un aumento en la producción del 23,5% con el mejor tratamiento (6% de probiótico). Se sostiene que las vacas lecheras al iniciar la lactancia están enfrentadas a un transporte masivo de lípidos, proteínas y lactosa a la glándula mamaria, lo cual en términos de energía representa de dos a tres veces sus requerimientos de mantenimiento para vacas con producciones de 20 a 25 L.día-1 (24). Considerando que en este período fisiológico, todo el organismo es un complemento de la glándula mamaria, guiando la actividad de otros tejidos y órganos para sostener la producción láctea, por lo cual el uso único de ensilaje de zanahoria no cubre las necesidades totales de un rumiante para la producción.

3.6. Análisis económico: Relación Beneficio/Costo

Dentro del estudio económico de la producción de leche de los rumiantes alimentados con pastoreo y bioensilaje con la inclusión de diferentes niveles de probiótico, en la tabla 10-4, se determinaron los costos en cada uno de los tratamientos y durante el proceso productivo de vacas lecheras, representados por los rubros consumo de ensilaje, consumo de balanceado, análisis de laboratorio, transporte, mano de obra, en tanto que los ingresos estuvieron representados por, precio de la leche, y venta de la vaca.

Obteniendo así la mayor rentabilidad para la producción de leche mediante la suplementación alimenticia de vacas lecheras con el 6 % de probiótico en el ensilaje de zanahoria, con un beneficio/costo de 1, 33 USD, lo que se traduce en una rentabilidad de 0,33 USD, por cada dólar invertido en el proceso de producción

Tabla 12. Análisis económico de la obtención del bioensilaje de zanahoria

Rubro	Unidad	Costo, \$	Bioensilaje con diferentes niveles de probiótico, %				
			T0 (0%)	T1 (2%)	T2 (4%)	T3 (6 %)	T4 (8 %)
Insumos							
Número de vacas	unidad	2	2	2	2	2	2
Vacas	unidad	400	800	800	800	800	800
Balanceado	kg	0,45	28,35				
Follaje de zanahoria	kg	0,01		0,22	0,22	0,22	0,22
Zanahoria	kg	0,06		3,96	3,96	3,96	3,96
Afrecho de trigo	kg	0,31		6,82	6,82	6,82	6,82
Probiótico	L	0,69		1,52	3,04	4,55	6,07

Bolsas de ensilaje	unidad	0,25		1,50	1,50	1,50	1,50
Manejo							
Análisis de laboratorio	unidad	39,49		39,49	39,49	39,49	39,49
Recipientes	unidad	0,1		0,20	0,20	0,20	0,20
Transporte	unidad	12,5	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Mano de Obra	jornal	350	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
EGRESOS			910,85	936,21	937,73	939,24	940,76
Venta de las vacas	unidad	400	800	800	800	800	800
Producción de leche	L/21 días	21	260,48	279,87	298,21	334,952625	288,17625
Precio	L	0,35	91,17	97,95	104,37	117,23	100,86
Ingresos			1151,64	1177,83	1202,59	1252,19	1189,04
Beneficio. costo-1			1,26	1,26	1,28	1,33	1,27

4. Conclusiones

Los residuales de zanahoria amarilla, presentan 90,20% de humedad, 7,16% de proteína y 7,40% de fibra, en tanto que su follaje presenta 10,53% de proteína, 14,74% de fibra y un 16,49% de materia seca. En tanto que el suero fresco de leche contiene 0,7% de proteína y 0,55% de grasa. Las características físico-químicas del proceso de bioensilaje a partir de residuales de zanahoria fueron: pH de 3,9 y temperatura de 19°C.

Los componentes bromatológicos del bioensilaje difieren estadísticamente ($P < 0,001$) entre tratamientos, siendo mayor el contenido de proteína, fibra y humedad con 15,39; 14,04 y 74,78 %, respectivamente, con el empleo del 6% de preparado microbiano nativo.

La cantidad de bacterias ácido lácticas fue mayor con el nivel del 8 % de probiótico con $92,53E+08$ UFC.mL⁻¹ y ausencia total de patógenos como Salmonella sp., Clostridium sp., E. coli y mohos en todos los tratamientos.

Las características organolépticas referentes a color, olor y sabor del bioensilaje en los cuatro tratamientos fueron buenas demostrándose buena palatabilidad en el ganado lechero evaluado.

Se incrementó la producción de leche en vacas Holstein mestizas con el tratamiento que utiliza el 6% de preparado microbiano nativo como parte del bioensilaje, ya que se observó un aumento de 14,08 litros.día⁻¹ a 17,40 litros.día⁻¹.

El análisis económico determinó que con el bioensilaje de zanahoria con el 6% de probiótico se obtiene mayor rentabilidad, estableciéndose un índice de Beneficio.Costo-1 de 1,33.

El bioensilaje de zanahoria debe considerarse un suplemento alimenticio, se sugiere utilizar aquel con la adición del 6% de probiótico ya que presenta los mejores resultados en contenido de proteína y producción lechera.

Realizar análisis químico de la leche ya que éste alimento podría modificar su composición nutricional, así como las características físico-químicas y organolépticas.

Se recomienda Investigar la utilización de este bioensilaje en otros rumiantes y en diferentes estadios de la producción y en períodos más largos de tiempo.

Agradecimientos: A la ESPOCH, Facultad de Ciencias Pecuarias, Laboratorio de Biotecnología animal, por las facilidades prestadas con sus instalaciones y equipos para el desarrollo de esta investigación.

Conflicto de intereses: No existe conflicto de intereses de ninguna índole entre los autores de este trabajo.

Referencias

1. Almeida Borja, P. & Zambrano Vidal, M. Elaboración de jugo, pasta y polvo de zanahoria. (Tesis Pregrado) [Internet]. Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Ciencias. Quito, Ecuador, 2007, pp. 2-107. [Consulta: 17 agosto 2016]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2725>
2. INEC. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa ESPAC. [en línea] Ecuador 2011 [Consulta: 10 febrero 2016]. Disponible en: http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf
3. Minson, D. Effects of chemical and physical composition of herbage esten upon intake in Nutritional Limits to Animal Production. Hacker., Queensland, Australia; Proc. Int Symp. St. Lucia, 2001, pp. 196-198.
4. Calvache García, I. Factores que influye en la composición nutricional de la leche. Rev. Cienc. Anim [En línea], 2012, Colombia, 20(5), pp. 73-85. [Consulta: 22 agosto 2016] ISSN 2 011- 513 X Disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/viewFile/1320/1206>
5. Lovato, J. “Determinación de residuos de antibiótico, sulfonamidas y control de calidad en leche cruda provenientes de tres cantones de la provincia de Chimborazo” (Tesis) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador, 2012 p: 15-18.
6. Vega Montero, G. “Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena para Productos el Salinerito”. [En línea] (Tesis) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador, 2012, pp. 91-93, [Consulta: 26 agosto 2016]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2600/1/56T00377.pdf>
7. Gil Hernandez A. Tratado de nutrición / Nutrition Treatise: Composición y calidad nutritiva de los alimentos / Composition and nutritional quality of foods. 2a ed. Buenos Aires, Argentina, Médica Panamericana, 2010, p. 152-155
8. Jiménez F. & MoRENO J. El ensilaje. [En línea]. Colombia, Corpoica, 2002 [Consulta: 25 agosto 2016]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=XHdYkzcTCMsC&printse>

c=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

9. Loor Urdanigo, J. Efecto de la aplicación de inoculantes bacterianos en la composición química y fermentativas de ensilados de maíz forrajero” (zea mays l.) [En línea] (Tesis) (Pregrado) Universidad Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo, Ecuador, 2013, pp. 53-55 [Consulta: 25 agosto 2016]. disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/282/1/T-UTEQ-0008.pdf>
10. Ruiz Ortiz, J. Evaluación de la producción y calidad de la leche en vacas Holstein de primer parto suplementadas con ensilaje de papa [En línea] (Tesis) (Maestría) Universidad de Lasalle, Facultad de Zootecnia, Colombia, 2006, pp. 76-80. [Consulta: 25 agosto 2016]. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6663/00780780.pdf?sequence=1>
11. Balza, K. & Barrios, K. Utilización de los residuos de lechuga para ensilaje como alternativa en la alimentación de bovinos. [En línea] (Tesis) (Maestría) Universidad de Santa María, Caracas, Venezuela, 2014, p.14-15. [Consulta: 25 agosto 2016]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/francelina123/tesis-final-13124320>.
12. Vallejo, F. & EstRADA, E. Producción de hortalizas de clima cálido. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2004, p. 315-320.
13. Guerra Espinoza, F. & MontENEGRO B. Efecto de inoculantes microbianos sobre las características químicas y fermentativas de ensilajes de maíz forrajero. [En línea](Tesis) (Pregrado) Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2015, p. 18-20.[Consulta: 25 agosto 2016]. Disponible en: <http://espam.edu.ec/revista/2015/V6N1/56.pdf>
14. Mellado, M. Producción de leche en zonas templadas y tropicales. México DF, México, Trillas, 1a ed.2010. pp: 46-52
15. Cubero J., Rojas A. Y Wingching W. “Uso del inóculo microbial elaborado en finca en ensilaje de maíz (zea mays). Valor nutricional y fermentativo”. Agronomía Costarricense [en línea], 2010, Costa Rica 34 (2), pp. 237-250. [Consulta: 12 de agosto 2016]. ISSN. 0377-9424. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v34n02_237.pdf
16. Chaverra Gil & Bernal E. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Venezuela: IICA, 2001, p. 108-109
17. Tene Chamba, D. “Ensilado de maíz con adición de lactosuero y microorganismos eficientes, en el cantón Paltas”, [En línea] (Tesis) (Pregrado). Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja Ecuador, 2015, p. 63-65. [Consulta: 26 agosto 2016]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10095/1/TESIS%20DENNYS%20ALEXANDER%20TENE%20CHAMBA.pdf>.
18. Tobía et al. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilajes de soya, Agronomía Costarricense [En línea], 2003, Costa Rica, 27(2), pp.21-27[Consulta: 20 agosto 2016]. ISSN 1180-7108. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v27n02_021.pdf
19. Villa Lenis, A. “Estudio microbiológico y calidad nutricional de ensilaje de maíz cosechado en dos ecoregiones de Colombia” [En línea] (Tesis) (Maestría) Universidad Nacional De Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia .Bogotá, Colombia, 2008, pp. 75-76. [Consulta: 26 agosto 2016]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2612/1/780151.2008.pdf>.

20. Narvaez Aranda, D. “Efecto de la aplicación de inoculantes sobre las características microbianas a los 60 días de ensilaje de maíz forrajero *Zea mayz*” [En línea] (Tesis) (Pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Quevedo, Ecuador, 2013, pp. 42-45. [Consulta: 26 agosto 2016]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/279/1/T-UTEQ-005.pdf>
21. FAO. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. [En línea]. Colombia, 2000 [Consulta: 16 agosto 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/content/5645cc42-5f28-579c-a4fc-4fb17e92014c/x8486s04.htm>
22. Milian, G. Empleo de probióticos a base de *Bacillus* sp y sus endosporas en la producción avícola. San José de las Lajas, La Habana, Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24, 2005 pp. 16-18.
23. Salazar Alvarez, L. R. Evaluación “in vivo” de ensilaje de residuos agroindustriales y biológicamente acelerados en vacas lecheras. (Tesis) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador, 2007, Pp. 41-46
24. Avalos ZAMBRANO J Inclusión de afrecho de maíz duro en la alimentación de vacas Holstein mestizas de la estación experimental TUNSH. (Tesis) (Pregrado) [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015, pp. 47-48. [Consulta: 17 agosto 2016]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3920/1/17T1255%20AVALOS%20ZAMBRA-NO%20JUAN%20CARLOS.pdf>
25. Noboa, T. Caracterización fermentativa, bioquímica y microbiológica de un preparado microbiano nativo con potencial uso en animales domésticos (Tesis) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. 2015, pp. 46-50.

MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA ESTIMAR LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DEL CULTIVO DE PAPA (SOLANUM SPP) EN RIOBAMBA-ECUADOR

(MATHEMATICAL MODEL TO DETERMINE WATER REQUIREMENT IN POTATO CROP. RIOBAMBA ECUADOR)

J, León Ruiz*; P, Benalcazar; P, Paula; J, Cevallos; J, Segovia; F, Arcos.

(1) Grupo de Investigación Recursos Hídricos, Centro Experimental del Riego, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

*Correspondencia. Tel.032998200 ext. 4015, celular: 0984255166, E-mail: jleon@esPOCH.edu.ec. (Juan León Ruiz)

RESUMEN

El estudio determinó los requerimientos hídricos del cultivo papa (*Solanum spp*), a partir de la modelación matemática. Se utilizaron imágenes captadas con dron, lisímetros de drenaje y métodos indirectos. Se realizó la investigación en el Centro Experimental del Riego, Espoch, Riobamba, Chimborazo. La investigación en campo utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos (T1 = aplicación de la lámina de riego (LR) con lisímetro, T2= aplicación de la LR con tanque evaporímetro clase A, T3 = aplicación de la LR con fórmula de Penman Monteith) tres repeticiones. El análisis de datos incluyó un análisis de varianza (nivel de confianza del 95%). Con los datos obtenidos se logró la comparación del cálculo de la evapotranspiración acumulada para cada día, por los métodos indicados. Los sobrevuelos del dron realizados fueron 4, tomados cada 30 días después de la siembra. Los datos biométricos fueron tomados cada 8 días. El estudio se concluye, que con la utilización de los drones, lisímetros de drenaje y fórmula de Penman Monteith, se han generado tres expresiones matemáticas: Fórmula lisímetro $Kc = 6.2346 * NDVI + 0.1549$; Tanque tipo A $Kc = 2.5062 * NDVI + 0,5554$; Penman Monteith $Kc = 5.2595 * NDVI + 0,4128$ para la determinación de los requerimientos de agua en papa.

Palabras clave: Coeficiente de cultivo, papa, Índice normalizado de vegetación, dron, lisímetros.

ABSTRACT

This study defined the potato (*Solanum spp*) water requirement through mathematical model by using images from unmanned vehicle, draining lysimeter and indirect methods. This research was conducted at the field of Irrigation Research Center in the Polytechnic University of Chimborazo, Riobamba city. Randomized complete block was used with three treatments (T1= application of irrigation depth measured by lysimeter, T2 = application of irrigation depth measure with type A tank, T3= application of the irrigation depth calculated by Penman Monteith) and three repetitions, ending with an analysis of variance 95 %. Using the methods shown, the comparison of calculating the evapotranspiration accumulated for each day was achieved. Images from Dron were taken 4 times every 30 days after snowing. The biometric parameter was take every 8 days. The obtained result shows three mathematical expression: lysimeter fórmula $Kc = 6.2346 * NDVI + 0.1549$; Type A Tank $Kc = 2.5062 * NDVI + 0,5554$; Penman Monteith fórmula $Kc = 5.2595 * NDVI + 0,4128$. that can be used to determine the water requirement of potato.

Key words: crop coefficient, potato, the normalized difference vegetation index, drone, lysimeter.

1. Introducción.

En diversas partes del mundo ha sido objeto de estudio la estimación de la evapotranspiración de los cultivos, a fin de encontrar una expresión matemática que cuantifique esta variable, y se adapte a las condiciones edafoclimáticas de producción potencial del cultivo en consideración y que, a la vez, sea de fácil aplicación. Cada método presenta sus ventajas y desventajas para ser utilizado desde el punto de vista práctico, pero ninguno es aplicable bajo todas las condiciones, así como tampoco ha quedado exento de críticas (1,2).

Estudios realizados señalan que los principales efectos directos del cambio climático sobre los cultivos, serían principalmente la duración de los ciclos, alteraciones fisiológicas por exposición a temperaturas fuera del umbral permitido, deficiencias hídricas y respuestas a nuevas concentraciones de CO₂ atmosférico (3). El vegetal, al estar sometido a un desequilibrio hídrico, lo contrarresta con el cierre de los estomas, evitando así la pérdida de agua desde el interior de la célula del mesófilo. Esto ocasiona la disminución del transporte y translocación de nutrientes (4), dando como resultado la reducción en la fotosíntesis y el crecimiento. Si el factor estresante continua por un largo tiempo, llegará a un estado de agotamiento con la muerte del vegetal (5,6)

La construcción de un modelo consiste en la individualización de una serie de ecuaciones matemáticas, mediante las cuales es posible reproducir del modelo más fiel posible, el comportamiento del sistema examinado (7).

El uso de sensores permite la adquisición de datos y entre ellos; el uso de drones que permite obtener datos remotos sobre el estrés hídrico de las plantas, fácilmente detectables mediante imágenes multi espectrales (8). Un acercamiento de las plantas permite detectar su vigor y estimar su estrés hídrico, nutricional, térmico o sanitario. Para la ingeniería de riego, los drones son herramientas que ofrecen el potencial de monitorear la evolución de un proceso o fenómeno de interés agrícola (9).

Existen métodos directos para medir la Et en campo. Los lisímetros de drenaje son tanques aislados llenados con suelo disturbado o no disturbado en los que el cultivo crece y se desarrolla (10). En lisímetros se puede obtener una exactitud de milímetros, donde la pérdida de agua es medida directamente por el cambio de masa y periodos pequeños tales como una hora (11,12,13).

La evapotranspiración potencial del cultivo (Eto) se puede medir, también, empleando el tanque de evapotranspiración clase “A” donde periódicamente se registran las diferencias de nivel de agua. En la práctica, la Eto también puede medirse usando un recipiente con agua, abierto y plano, con paredes de cualquier altura y forma, al que se acopla una escala milimétrica vertical (14,15). La estimación de la Eto también puede realizarse mediante el uso de fórmulas empíricas rigurosas que resultan de la combinación del balance energético y el transporte convectivo del vapor de agua tal como la ecuación de Penman-Monteith, (16,17).

2. Materiales y Métodos.

La presente investigación se realizó en los predios del Centro Experimental del Riego (CER) de la Facultad de Recursos Naturales Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Riobamba – Ecuador a una Altitud: 2833

m.s.n.m., Latitud: 1°39'18,82''S Longitud: 78°40'39.99'' W, coordenadas: UTM 17S Datum WGS84, X:758232 Y:9817776. La temperatura promedio es de 13,4 °C, la precipitación media anual de 510 mm/año y la humedad relativa de 62,06 %. Los suelos del CER son de una textura franco arenosa, con una capacidad de campo de 14%, punto de marchitez permanente de 7%, agua útil 7% y densidad aparente de 1.5 g/cm³.

Como materiales se utilizaron: lisímetros de drenaje, tanque evaporación tipo estaciones meteorológicas portátiles, cintas de goteo, semilla de papa certificada (variedad natividad), tensiómetros, GPS, Drone, cámara de fotos de alta resolución.

El Diseño experimental aplicado en la investigación fue de, tres tratamientos con tres repeticiones ((T1 = aplicación LR medida con lisímetro, T2= aplicación de la LR medida con tanque evaporímetro clase A, T3 = aplicación de la LR calculada con fórmula de Penman Monteith) y tres repeticiones. En cada uno de los tratamientos se determinaron los parámetros hídricos del suelo, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, humedad disponible o aprovechable, densidad aparente. El trabajo de investigación se dividió en dos fases. La primera fase de campo de la investigación fue la construcción, calibración y selección de un lisímetro de drenaje, para lo cual se procedió a la construcción, instalación y calibración de 3 tamaños de lisímetros cilíndricos de drenaje. La segunda fase de campo consistió en la aplicación de los tratamientos con la siembra de papa y captura de imágenes con los sobrevuelos con dron. El ciclo del cultivo duró 151 días, en este período de observación se llevó a cabo las mediciones biométricas (porcentaje de emergencia, profundidad radicular, tuberización, floración, senescencia contenido de clorofila, altura de la planta, número de tallos y el diámetro de tallos) en forma semanal. Las mediciones agro meteorológicas fueron diarias en forma secuencial. Se utilizaron tres estaciones con sensores para medir temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, precipitación y anemómetro. Además, un tanque estándar evaporímetro tipo A. Los sobrevuelos del dron para la captura de fotografías con sensor infrarrojo, se realizaron desde el primer mes de siembra en forma secuencial cada 30 días, siendo un total de cuatro sobrevuelos. Las mediciones para correlacionar los mapas obtenidos por detección remota y el estado fisiológico de la planta desde la siembra el 17 de marzo 2015. A la cosecha se determinó el número de plantas cosechadas, número de tubérculos por planta, rendimiento por planta, rendimiento por tamaño del tubérculo, rendimiento total.

2.1. Medición de la evapotranspiración para los tratamientos.

Este procedimiento se realizó para todos los días del ciclo del cultivo. El riego se utilizó una cinta de riego de 16 mm auto compensada 8 mil (espesor de 200 micrones) toro aquatrax, con goteros cada 0.3 m, se manejó una presión de trabajo de 15 psi. La frecuencia de riego se determinó cuando el agotamiento permisible del agua útil consumió el 30%.

Tabla 1. Láminas de riego aplicadas por tratamiento

Tratamiento	Método	Descripción
T1	Método 1	Reposición de la lámina de riego dado por el lisímetro.
T2	Método 2	Reposición de la lámina de riego dado por tanque tipo A
T3	Método 3	Reposición de la lámina de riego dado por fórmula.

2.2. Consolidación y procesamiento de datos.

Esta prueba tiene como finalidad obtener un mapa de Etc. instantánea como resultado de la apli-

cación de la ecuación (18):

$$K_c = \frac{E_{tc}}{E_{to}} \tag{1}$$

2.3. *Medición de la Evapotranspiración Tanque evaporímetro tipo A.*

Para el tratamiento dos se utilizó el tanque de evaporación tipo A, que nos permite determinar la evaporación en forma manual en unidades de mm/día, se utiliza la fórmula (18):

$$E_{to} = K_p * E_{pan} \tag{2}$$

Medición de la Evapotranspiración de forma indirecta. Se utilizó la ecuación de FAO Penman-Monteith (18):

$$E_{to} = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma T + 273 u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \tag{3}$$

2.4. *Generación del modelo de Kc.*

Levantamiento de fotografía aérea y determinación de Índices de Vegetación (19) utiliza fotografía aérea georreferenciada. Se fotografiaron 9 parcelas de 10 x 10 m, (aprox. 1000 m2) se usó un sistema aéreo no tripulado drone con equipo fotográfico incorporado de alta resolución con dos tipos de sensor uno RGB (Rojo Verde Azul) y el segundo NGB (Infrarrojo, Verde y Azul). Para la obtención de las imágenes se utilizó un cuadricóptero de mediana autonomía equipado con una cámara fotográfica de alta resolución marca Canon SX260 HS con un intervalómetro incorporado para la toma secuencial de fotos, con una resolución de 12 megapíxeles y un GPS de 1 m de precisión.



Fig. 1. Sobrevuelo con dron parcela experimental papa.



Fig. 2. Preparación de vuelo con dron, parcelas de papa

2.5. *Generación del plan de vuelo.*

En base a las coordenadas de referencia (AOI) y de los puntos de control previamente tomados se definió en el software del plan de vuelo el patrón de vuelo para cubrir el área de interés. En este caso se efectuaron dos vuelos manuales asistidos por telemetría de acuerdo al patrón generado (20). Los vuelos se realizaron a una altura de 20 metros sobre la superficie del lugar de despegue, los vuelos se planificaron con el objetivo de realizar tomas cada 2 segundos para garantizar una buena sobre posición frontal y lateral entre foto y foto.

2.6. *Toma de fotografía.*

En cada sobre vuelo, se efectuaron 2 sesiones de fotografía con una duración aproximada de 5

minutos la primera sesión, y una segunda sesión con una duración aproximada de 6 min. En total se tomaron 151 fotos que cuentan con una referencia geográfica.

2.7. Control de calidad de fotos.

Se realizó una pre evaluación de las fotos, una calibración y control inicial previo a la generación del ortofotomosaico. Del total de 151 fotos tomadas, 137 pasaron el control (90 %), las cuales fueron seleccionadas para la etapa de orto rectificación. Procesamiento y calibración inicial de fotos respecto a la altura de vuelo. En relación a la altura de vuelo (20 m) y de los datos de posición de cada una de las fotos, se generó el procesamiento inicial y cálculo de resolución óptima (0.62 cm/pixel). Un área cubierta total de 2000 m² fue ejecutada durante los 2 vuelos. El procesamiento de los datos se los realizó utilizando el sistema de coordenadas WGS 84 UTM zona 17S.

Generación de la nube de puntos (densificada y filtrada) a partir de los datos de geolocalización incluidos en las fotos se realizó el cálculo de alturas relativas del terreno, con el fin de generar la nube de puntos de amarre o empate entre imágenes. Una vez generada la nube de puntos de amarre, se crea la nube de puntos densificada.

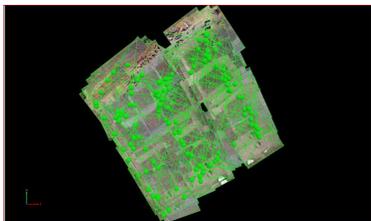


Fig. 3. Generación de nubes de puntos.



Fig. 4. Creación de puntos de amarre.

2.8. Generación del modelo digital de superficie (DSM) y del modelo digital del terreno (DTM).

En base a la estructura de la nube de puntos se genera el modelo digital de superficie (DSM), que corresponde a un modelo numérico continuo que representa las alturas del terreno y de los objetos superficiales (construcciones, vegetación, etc).

2.9. Generación del ortofotomosaico.

A partir del set de fotos calibradas, se realizó el proceso de orto rectificación de las imágenes con ayuda de los puntos de control en tierra (GCPs). Cuatro puntos se utilizaron para la orto rectificación y geo posicionamiento del foto-mosaico. Se estableció el emparejamiento o matching de las imágenes a partir de los puntos de control y del número de fotos superpuestas sobre las escenas “overlapping” (21).

2.10. Generación de los Índices de Vegetación.

Índice Normalizado de Vegetación (NDVI). Su cálculo es a través de la siguiente formula (22):

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Índice Mejorado de Vegetación (EVI). Su cálculo es a través de la siguiente formula (23):

$$EVI = 25 * \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

$$((NIR+6*Red-7.5*Blue+1)) \tag{5}$$

Índice de Vegetación - Suelo Ajustado (SAVI). Su cálculo es a través de la siguiente formula:

$$SAVI = \frac{(1.5*(NIR-Red))}{((NIR+Red+0.5))} \tag{6}$$

En base a las formulas descritas anteriormente se obtuvieron capas de información cada una representando los índices de NDVI, EVI y SAVI.

2.11. *Obtención del coeficiente de cultivo mediante fotografías aéreas.*

Con respecto al Kc se utiliza la función algebra de mapas de ArcMap (25) y se aplica la ecuación propuesta por Calera (26). Multiplicamos el raster con sus valores de -1 y +1, dando como resultado un nuevo raster con los valores calculados, con valores máximos y mínimos de cada uno para la obtención del Kc.

2.12. *Parámetros Biofísicos: fPAR, IAF, Fc, Kc.*

Los parámetros biofísicos son aquellos que permiten describir el estado y los ritmos de cambio de una cubierta vegetal (27). La tecnología de los sensores remotos permite dar seguimiento al crecimiento y desarrollo de la vegetación, a través de relaciones empíricas entre las variables biofísicas de los cultivos y los índices de vegetación espectrales (28). Se determinan según las siguientes expresiones:

Fracción de radiación fotosintéticamente absorbida por la cubierta (fAPAR) (24,29,30):

$$fPAR = NDVI * 1.222 - 0.1914 \tag{7}$$

Índice de área foliar (IAF)

$$IAF = 5.7 * NDVI - 0.25 \tag{8}$$

Fracción de cobertura vegetal verde (Fc)

$$Fc = 1.19 * NDVI - 0.16 \tag{9}$$

Coefficiente del Cultivo (Kc)

$$Fc = 1.19 * NDVI - 0.16 \tag{10}$$

2.13. *Generación de las expresiones matemáticas.*

La medición del Etc. del lisímetro permite la obtención de valores más exactos, tomamos como referencia los NDVI del lisímetro para ser llevados los valores de los otros dos métodos estudiados a valores del Kc del lisímetro, los valores reales del lisímetro determinados en la investigación son 0.67 para la fase inicial, 0.99 para la fase de desarrollo, 1.05 para la fase intermedia y 0.84 para la fase final o senescencia. El modelo para determinar el Kc calculado con agua repuesta con medida con el lisímetro de drenaje, del tanque de evaporación clase A y fórmula empírica se resume en:

$$Kc \text{ lisímetro} = f(NDVI \text{ lisímetro}) \tag{11}$$

$$Kc \text{ tanque} = f(NDVI \text{ tanque}) \tag{12}$$

$$Kc \text{ fórmula} = f(NDVI \text{ fórmula}) \tag{13}$$

3. Resultados.

El modelo se validó con la disponibilidad de datos e información de 4 sobrevuelos, así como de las estaciones agro-meteorológicas. Se obtuvieron mediciones del flujo de calor del suelo y de las temperaturas del aire, los cuales se usaron para estimar los Kc para cada fecha y realizar la validación del modelo. Los parámetros definidos para cada uno de los tratamientos son:

- T1 la reposición del agua de riego de acuerdo a la medida que nos da el lisímetro de drenaje.
- T2 la reposición del agua de riego de acuerdo a la medida que nos da tanque de evaporación tipo A.
- T3 la reposición del agua de riego de acuerdo a la medida que nos da las fórmulas empíricas.

Estos tratamientos correlacionados con imágenes en el infrarrojo cercano y rojo obtenidas, captadas con el dron, se logró definir 4 mapas de parámetros biométricos que son: (NDVI) Índice de Vegetación Diferencial Normalizado, Fracción de Radiación fotosintéticamente activa absorbida por la cubierta (Fc), Fracción de radiación fotosintéticamente activa (fPAR), Índice de área foliar (IAF), se logró definir el mapa de Kc correspondientes a cada sobrevuelo, los mapas se definieron con espaciamento de cada 30 días calendario que fueron: 17 de abril, 17 de mayo, 17 junio y 17 de julio del 2015

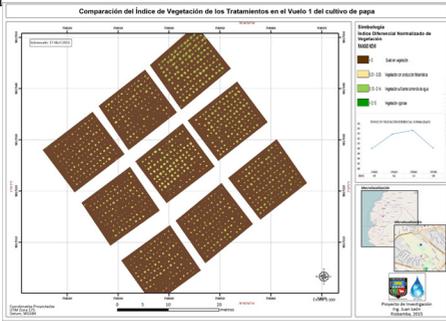


Fig. 5 Mapa del índice de vegetación de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota primer vuelo

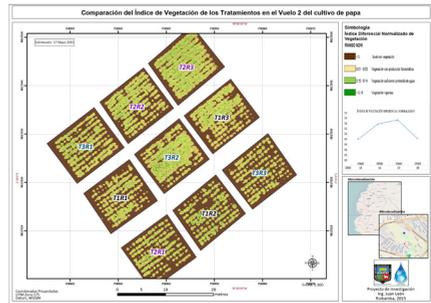


Fig. 6 Mapa del índice de vegetación de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota segundo vuelo

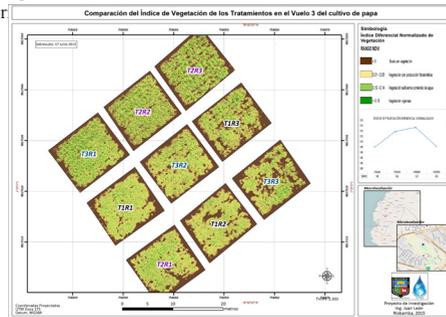


Fig. 7. Mapa del índice de vegetación de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota tercer vuelo.

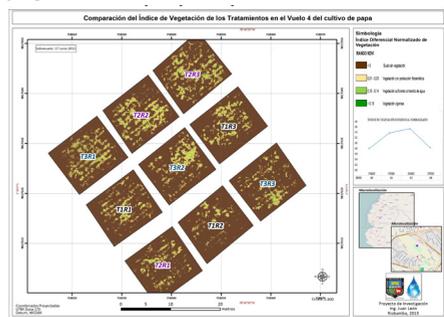


Fig. 8. Mapa del índice de vegetación de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota cuarto vuelo.

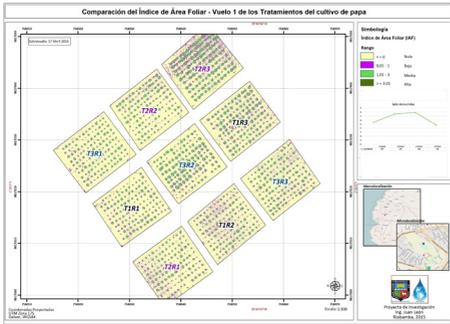


Fig. 9. Mapa de índices de área foliar de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del primer sobrevuelo.

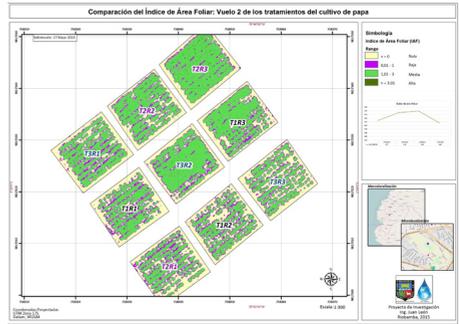


Fig. 10. Mapa de índices de área foliar de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del segundo sobrevuelo.

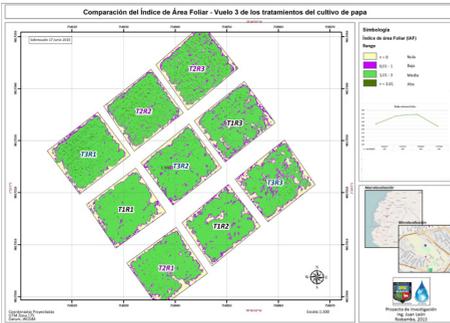


Fig. 11. Mapa de índices de área foliar de los tratamientos y repeticiones determinado detección remota del tercer sobrevuelo.



Fig. 12. Mapa de índices de área foliar de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del cuarto sobrevuelo.

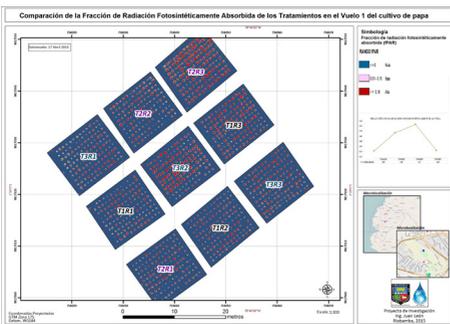


Fig. 13. Mapa radiación fotosintéticamente absorbida de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota en el primer sobrevuelo.

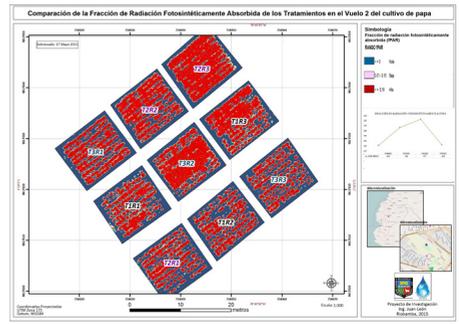


Fig. 14. Mapa radiación fotosintéticamente absorbida de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección en el segundo sobrevuelo.

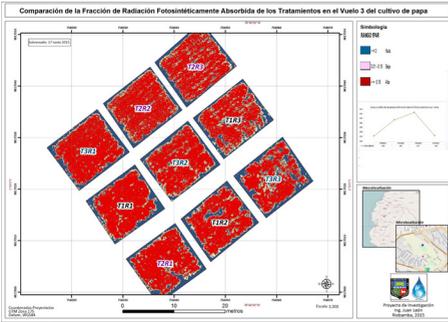


Fig. 15. Mapa radiación fotosintéticamente absorbida de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota en el tercer sobrevuelo.

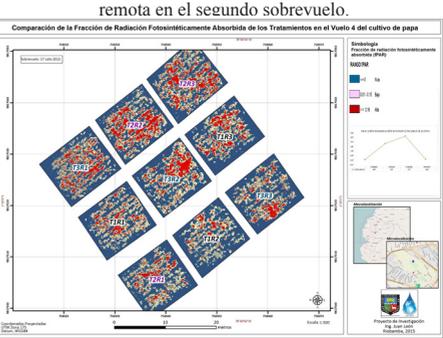


Fig. 16. Mapa radiación fotosintéticamente absorbida de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota en el cuarto sobrevuelo.

3.1 Coeficiente del cultivo Kc

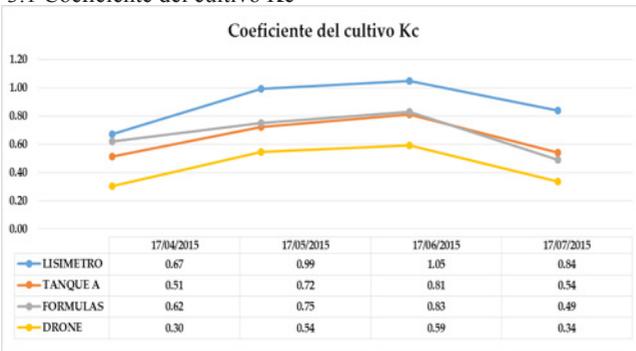


Fig. 17. Comparación de los coeficientes de cultivo de los diferentes tratamientos.

El Kc determinado con valores de NDVI del lisímetro nos identifica que para la primera fase que es la inicial alcanza un valor de 0.31, para la fase de desarrollo un valor de 0.65, para la fase intermedia un valor de 0.70 y para la fase final o senescencia baja hasta 0.43. El Kc determinado con valores de NDVI del tanque de evaporación tipo A nos identifica que para la primera fase que es la inicial alcanza un valor de 0.32, para la fase de desarrollo un valor de 0.51, para la fase intermedia un valor de 0.56 y para la fase final o senescencia baja hasta 0.38. El Kc determinado con valores de NDVI de la fórmula nos identifica que para la primera fase que es la inicial alcanza un valor de 0.28, para la fase de desarrollo un valor de 0.28, para la fase intermedia un valor de 0.52 y para la fase final o senescencia baja hasta 0.21.

3.2. Coeficiente del cultivo Kc promedio tratamientos.

El resultado final la relación encontrada del coeficiente del cultivo para la papa comparando los métodos del lisímetro de drenaje, tanque de evaporación, tipo A, fórmulas empíricas y fotografías tomadas con el drone podemos indicar que se nota claramente la distribución de los Kc en las etapas, de cada uno de los tratamientos tienen tendencias similares, por lo cual se requiere hacer ajuste con un cociente que relacione directamente el lisímetro con las fotografías del drone. El

factor de ajuste hallado es para a fase inicial se debe multiplicar por 2.22, para la fase de desarrollo por el factor 1.92, para la fase intermedia 1.78 y para la fase final 2.40

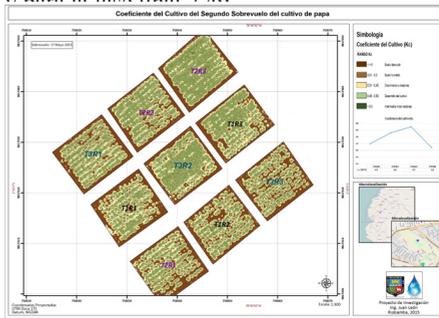
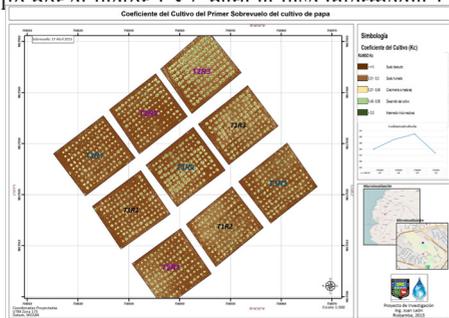


Fig. 18. Mapa del coeficiente del cultivo Kc de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del primer sobrevuelo

Fig. 19. Mapa del coeficiente del cultivo Kc de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del segundo sobrevuelo

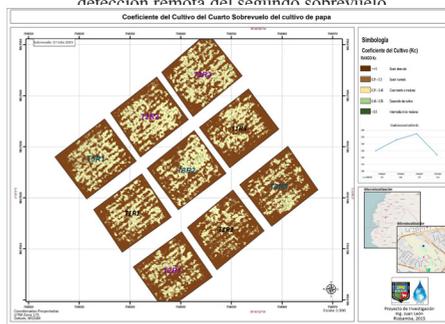
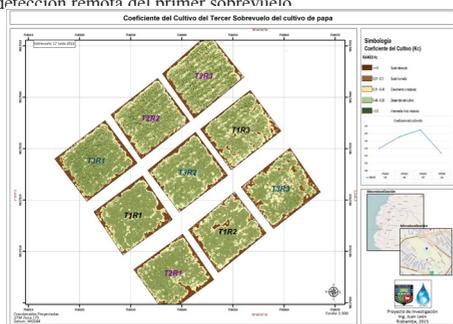


Fig. 20. Mapa del coeficiente del cultivo Kc de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del tercer sobrevuelo.

Fig. 21. Mapa del coeficiente del cultivo Kc de los tratamientos y repeticiones determinado mediante detección remota del cuarto sobrevuelo.

para el día en que ha sido hecha esta primera toma el cultivo tiene 30 días de haber sido sembrado, el valor promedio del Kc es de 0,3, un valor bajo comparado con los sobrevuelos 2 y 3 que registran valores promedio de 0,46 y 0,55 respectivamente. %. Para la segunda toma, Kc promedio es de 0,46 correspondiente a la etapa de desarrollo que atraviesa nuestro cultivo a los 61 días luego de la siembra. Al relacionar estos datos con información fenológica, vemos que para el 16 de mayo toda la muestra de 45 plantas presentó floración, el inicio de la tuberización inició el 6 de mayo con un 3 % de 36 plantas tuberizadas y para el 18 del mismo mes, el 100 % de la muestra presentó tubérculos en sus raíces. Para el día 16 de mayo, un día antes del segundo sobrevuelo se contó con un 89 % de plantas tuberizadas. En el tercer sobrevuelo es la etapa donde mayor actividad fisiológica la planta presenta. Los valores de Kc alcanzan 0,55 el mayor registrado en todo el ciclo, valores altos en relación a la etapa inicial y de desarrollo descritos anteriormente. A los 92 días desde la siembra nuestro cultivo se encuentra en el inicio de la etapa intermedia de desarrollo. En el cuarto sobrevuelo, muestra un valor de Kc de 0,24, el más bajo de todo el estudio, esto se debe a que el cultivo se encuentra en la etapa de senescencia o final de su ciclo.

3.3. Ecuaciones obtenidas del modelo.

El modelo para determinar el Kc calculado con agua respuesta con medida con el lisímetro de drenaje, del tanque de evaporación tipo A y fórmula empírica.

Para la generación de las ecuaciones 1, 2 y 3 se correlacionó en una regresión simple a los valores promedio del Kc de lisímetro (variable dependiente) y los valores del NDVI del Tanque tipo A, se obtuvo como coeficiente 6.2346, 2.5062 y 5.2596 respectivamente ecuación 1, ecuación 2 y ecuación 3 de NDVI (variable independiente) y un intercepto de 0.1549, 0.5554 y 0.4128 para cada ecuación. Un coeficiente de correlación de Karl Pearson de $r=0.96$, $r=0.86$ y 0.95 de cada ecuación, misma que es una correlación positiva alta, así como un coeficiente de determinación por ecuación $r^2=0.91$, 0.74 y 0.90 respectivamente lo cual es aceptable para el presente estudio.

Tabla 2. Fórmulas determinadas para estimar los requerimientos hídricos.

N. de ecuación	Fórmula base	Ecuación	r	R2
1	Lisímetro	$Kc=6.2346*NDVI+0.1549$	0.96	0.91
2	Tanque tipo A	$Kc=62.5062*NDVI+0.5554$	0.86	0.74
3	Penman Monteith	$Kc=5.2595*NDVI+0.4128$	0.95	0.91

3.4 Rendimiento total Ton/ha.

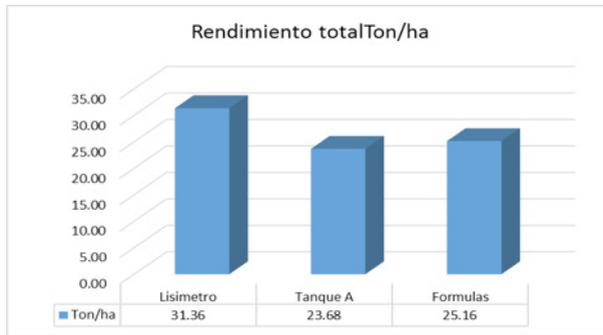


Fig. 22. Rendimiento total Ton/ha.

Tabla 2 Anova para rendimiento total Ton /ha

Tratamiento	Ton/ha
Lisímetro	31.35
Tanque A	23.68
Fórmula	25.15

Los parámetros biofísicos determinados, más la producción total obtenida determina que el tratamiento con lisímetro es el mejor con una producción total por hectárea de 31.35 Ton, seguido de la utilización de la fórmula de Penman Monteith con 25.15 Ton/ha y finalmente la aplicación del riego con la utilización del tanque de evaporación tipo A.

4. Conclusiones.

Para la zona central del Ecuador, el resultado de la relación del coeficiente del cultivo para la papa, en comparación con los métodos del lisímetro de drenaje, tanque de evaporación clase A, fórmulas empíricas e imágenes obtenidas con el dron, podemos observar que se nota claramente la distribución de los Kc en cada etapa de los tratamientos y tienen tendencias similares, por lo cual se requiere hacer ajuste con un cociente que relacione la información del lisímetro con lo obtenido del dron. El factor de ajuste hallado para la fase inicial se debe multiplicar por 2.22, para la fase de desarrollo por el factor 1.82, para la fase intermedia por 1.78 y para la fase final o de senescencia por 2.49.

Con la utilización del dron y lisímetros de drenaje, se han generado expresiones matemáticas que se utilizarán cuando las láminas de riego son aplicadas; teniendo como base, la data del lisímetro de drenaje, $Kc = 6.2346 * NDVI + 0.1549$ con un coeficiente de relación de 0.96; cuando las láminas de riego son aplicadas como al tanque de evaporación clase "A", $Kc = 2.5062 * NDVI + 0.5554$, con un coeficiente de relación 0.86 y cuando las láminas de riego son aplicadas con la fórmula empírica, $Kc = 5.2595 * NDVI + 0.4128$, con un coeficiente de relación de 0.95. Estas ecuaciones permiten estimar los requerimientos hídricos del cultivo de la papa en la Sierra Central Ecuatoriana.

De los resultados de la investigación y los ajustes realizados referentes a los coeficientes del cultivo de la papa, se ha llegado a comprobar que la utilización del dron es una tecnología de gran importancia para estimar el Kc y Etc, en función a las características del IAF, NDVI mismas que permite determinar los requerimientos hídricos del cultivo, hacer los calendarios de riego, eficiencia en el uso y manejo del agua de riego, pero que requieren una previa calibración en campo.

El mayor rendimiento, 31.36 ton/ha se ha obtenido con el riego en referencia a los lisímetros, respecto a los otros tratamientos tanque clase A y fórmulas empíricas.

Con el uso de esta técnica de modelación propuesta podemos optimizar el uso de agua de riego para el cultivo de papa, permitiéndonos estimar de manera muy precisa los requerimientos hídricos del cultivo en cada una de sus etapas. Como resultado, existe no solo una disminución en los costos de producción sino también en aprovechamiento eficiente del agua.

Los autores expresan que no existe intereses particulares el publicar este artículo.

Agradecimientos.

A la Espoch, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica, al equipo del CER quienes han brindado su apoyo para la realización de esta investigación. De igual manera debo agradecer a los Docentes de la Universidad Agraria la Molina quienes guiaron esta investigación. Finalmente, a mis estudiantes quienes con su compañía y apoyo fue posible la culminación de esta investigación.

Bibliografía.

1 Jones, J. W., Antle, J. M., Basso, B., Boote, K. J., Conant, R. T., Foster, I., ... Wheeler, T. R. 2016. Brief history of agricultural systems modeling. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/>

g/10.1016/j.agsy.2016.05.014.

2 Guevara, E. 2007. La simulación del desarrollo, crecimiento y rendimiento en maíz. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/simulacion_desarrollo_crecimiento_y_rendimiento_en_maiz.asp>.

3 Watson, R., Zinyowera, m. Y moss, r. 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. Summary for policymakers. Report of ipcc working group ii. Cambridge 16pp.

4 Bedwell, r. 1990. Fisiología Vegetal. Editorial Calipso, México D.F. 784 p.

5 Hanson, A. YHitze, w. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Annual review of plant physiology 10 – 22 pp.

6 Kramer, p. 1983. Water stress and plant growth. New York 55p. Kranz, W., R.S. Kanwar and c.e. Pederson. 1998. Collection and monitoring of one-meter cubic soli monoliths for leaching studies. Trans. Asae. 41:333-334.

7 Bandi, M. 2003. Instrumentos para el monitoreo del impacto ambiental sobre la producción agrícola. Modelos para cultivos. Disponible en: <<http://www.ciomta.com.ar/downloads/modelocultivo.pdf>>.

8 Allen, E.J., and R.K. Scott. 1980. An analysis of growth of the potato crop. J. Agri. Sci. (Cambridge) 94:583-606.

9 Chao, H., y. Chen. 2012. Remote sensing and actuation using unmanned vehicles.

10 Aboukhaled, A. 1986. Los lisímetros. Estudio FAO de riego y drenaje. Roma, Italia.

11 Bastiaanssen, w. G. M., Molden, D. J., & Makin, I. W. 2000. Remote sensing for irrigated agriculture: examples from research and possible applications. Agricultural water management. 46:137-155.

12. Ritchie, J.T. and E. Burnett. 1968. A precision weighing lysimeter for row crop water use studies. Agron. J. 60:545-549.

13. Howell, T.A., R.L. McCormick and C.J. Phene. 1985. Design and installation of large weighing lysimeters. Trans ASAE 28:106-112.

14 Ekanayake, I. 1994. CIP research 30, studying drought stress and irrigation requirements of potatoes. Lima - Perú.

15 Aboukhaled, a. 1986. Los lisímetros. Estudio FAO de riego y drenaje. Roma, Italia.

16 Anton, A; Montero, J; Muñoz, P, 1995 Necesidades de agua del cultivo de tomate en invernadero-comparación con el cultivo al aire libre. Institut de recerca i tecnologia agroalimentaria – Irta, Centre de Cabriels. Barcelona.

17 Stefano, C; Ferro, V. 1997. Estimation of evapotranspiration by Hargreaves formula and remotely sensed data in semi-arid Mediterranean areas. J. Agric. Engng res 68: 189- 199.

18 Allen, R; Pereira, L; Raes, D; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Estudio riego

- y drenaje, fao-56. Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación. Roma. 19 Jones, J. W., Antle, J. M., Basso, B., Boote, K. J., Conant, R. T., Foster, I., ... Wheeler, T. R. 2016. Brief history of agricultural systems modeling. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014>.
- 20 Subedi, P. P. y Walsh, K. B. 2009. Assessment of Potato Dry Matter Concentration Using Short-Wave Near-Infrared Spectroscopy. *Potato Research*, no. 52, p. 67-77.
- 21 Torres-Sánchez, J., Peña, J.m., de Castro-Mejías, A.I. and López-Granados, F. 2013. Configuration and Specifications of an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Early Site Specific Weed Management. *PLoS ONE* 8, e58210.
- 22 Rouse Jr, J., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Retrieved from <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19740022614>.
- 23 Huete, A. 1988 "a soil-adjusted vegetation index (savi)." *remote sensing of environment* 25: 295-309.
- 24 Jochum Am, Calera A, Cuesta A, 2003. Spaceassistedirrigation management: towards user-friendly products. Proceedings of international workshop: use of remote sensing of crop evapotranspiration for large regions: september 17, Montpellier, France.
- 25 Esri. Geographic Information System, 2017. Que es el algebra de mapas. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/spatial-analyst/mapalgebra/what-is-map-algebra.htm>.
- 26 Calera, A., González-Piqueras, J. And Melia, j., 2004. Monitoring barley and corn growth from remote sensing data at field scale. *International journal of remote sensing*, 25(1): 97-109.
- 27 Gilabert, M.A., González-Piqueras, J., García-Haro, F.J. and Meliá, j., 2002. A generalized soil-adjusted vegetation index. *Remote sensing of environment*, 82(2-3): 303-310.
- 28 Asrar, g., Myneni, R,B. and Choudhury, b.j., 1992. Spatial heterogeneity in vegetation canopies and remote sensing of absorbed photosynthetically active radiation: a modeling study. *Remote sensing of environment*, 41(2-3): 85-103.
- 29 Johnson. L.F., S. Herwitz, S E. Dunagana, B. Lobitza,B, D. Sullivan, R. Slyea. 2003. Collection of ultra high spatial and spectral resolution image data over california vineyards with a small uav. Proceedings of the international symposium on remote sensing of environment. November 2003.
- 30 González-Piqueras, j., 2006. Evapotranspiración de la cubierta vegetal mediante la determinación del coeficiente de cultivo por teledetección, universitat de valencia, Valencia, España, 337 pp.

ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN NATURAL DESPUÉS DE LA EXPLOTACIÓN DE PINO EN EL PÁRAMO DE TAMBOLOMA

ANALYSIS OF THE NATURAL REGENERATION AFTER THE EXPLOITATION OF PINE IN PARAMO TAMBOLOMA (TUNGURAHUA- ECUADOR)

Jorge Caranqui^{1*}, David Suárez-Duque²

¹Escuela Superior Politécnica del Chimborazo ESPOCH, Riobamba- Ecuador, jcaranqui@yahoo.com

²Corporación Randi- Randi Quito- Ecuador

RESUMEN

Pinus radiata D. Don es plantada extensivamente en los Andes desde la década de 1960 en el Ecuador; fue escogida por su potencial de crecimiento rápido. El establecimiento de plantaciones forestales en el páramo provee de ciertos bienes y servicios, pero afecta otros. Por este motivo, en el presente estudio se evaluó el proceso de regeneración de la cobertura vegetal producida después de la plantación y explotación de pino en el páramo de Tamboloma, localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuín, ubicada a 3663 m. altitud., localizado 01°20'49''S; 78°45'47''W. Después de la explotación del pino, en estos últimos años la frontera ganadera de la comunidad ha poblado este sector, de esta manera la degradación tiende a ser más alta en el sitio, pese a esto existe un proceso de regeneración vegetal. En la investigación se cuantificó la vegetación existente según la metodología del Ministerio del Ambiente (2011), y con los resultados se calculó el índice de similitud en el programa PAST, además posteriormente se comparó con una parcela de páramo herbáceo (vegetación original). En la zona de estudio se registraron 53 especies agrupadas en 47 géneros y 25 Familias. Se encontró una mezcla de especies de diferente tipo de formas de vida, como bosque andino: *Brachyotum ledifolium*, *Gynoxys sodiroi*; de páramo herbáceo (pajonal): *Cortaderia jubata*, *Calamagrostis intermedia*, esto se debe a los procesos que ha sufrido la vegetación en este sector, pero solo comparte una especie con el páramo herbáceo. Por el proceso de regeneración en que se encuentra la zona, se sugiere no realizar ninguna plantación, la sucesión natural podría ser una opción más barata y viable para realizar una restauración de vegetación.

Palabras claves: sucesión, plantación, alteración, pino

ABSTRACT

Pinus radiata D. Don is planted extensively in the Andes since the 1960s in Ecuador; Was chosen for its potential for rapid growth. The establishment of forest plantations in the High Andean provides certain goods and services, but affects others. For this reason, the present study evaluated the process of regeneration of the vegetation cover produced after the planting and exploitation of pine in the Tamboloma High Andean, located in the province of Tungurahua, Ambato canton, Pilahuín. Located at 3663 m. Altitude, 01°20'49''S; 78°45'47''W. After the exploitation of the pine tree, in recent years the livestock frontier of the community has populated this sector, in this way the degradation tends to be higher in the site, in spite of this there is a process of vegetal regeneration. The research quantified the existing vegetation according to the methodology of the Ministry of the Environment (2011), and with the results the similarity index was calculated

in the PAST program, in addition it was later compared with a plot of herbaceous grass (original vegetation). In the study area 53 species were grouped in 47 genera and 25 families. A mixture of species of different types of life was found, such as Andean forest: *Brachyotum ledifolium*, *Gynoxys sodiroi*; Of herbaceous High Andean (grass herb): *Cortaderia jubata*, *Calamagrostis intermedia*, this is due to the processes that has undergone the vegetation in this sector, but only shares a species with the herbaceous High Andean. Due to the regeneration process in which the area is located, it is suggested not to make any plantation, natural succession could be a cheaper and viable option to perform a vegetation restoration.

Key words: Succession, plantation, alteration, pine

1. Introducción

El ecosistema páramo cubre unos 12 600 km² del territorio nacional y el número de especies de plantas vasculares del Ecuador es de 15 901 (1). Los ecosistemas de páramo son categorizados como uno de los sitios con mayor biodiversidad del mundo, considerado por algunos como archipiélago biológico (3 en 2). En el Ecuador la franja altitudinal entre los 3 000 hasta los 4 500 m.s.n.m. contiene casi el 30 % de las especies de plantas vasculares (4), esto demuestra la gran representatividad que tiene este ecosistema y la importancia de conocer cuál es su diversidad florística, ya que esta clase de información servirá como punto de partida para el monitoreo del cambio climático y el comportamiento de la flora.

A pesar de su alto grado de alteración, los páramos poseen una gran importancia ecológica y evolutiva, poseen una alta biodiversidad con relación a su superficie total y sobre todo altos niveles de endemismo, que en algunos grupos puede llegar al 60 % (5,6). Sin embargo, están sufriendo un acelerado proceso de deterioro debido principalmente al sobrepastoreo, a la introducción de especies no nativas como es el *Pinus radiata* D. Don (pino), a las quemadas asociadas a la ganadería y a la expansión de la frontera agrícola. La alteración de ecosistemas se refiere a cualquier pérdida funcional o estructural a consecuencia de una perturbación, los ecosistemas maduros pueden ser alterados en diversos grados, el término “conversión”, hace referencia al cambio en el uso del suelo y la transmutación de bosques tropicales en terrenos agrícolas o de estos en tierras marginales (7,8).

La regeneración natural es un ciclo donde se puede considerar como el agregado de procesos mediante el cual el bosque se restablece por medios naturales, teniendo un aspecto dinámico y otro estático (9). Es el proceso continuo natural del bosque, para asegurar su propia sobrevivencia, normalmente por una abundante producción de semillas que germinan para asegurar el nuevo bosque (10). La regeneración natural se reconoce como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbación naturales o antrópicos (11).

En el Ecuador las plantaciones forestales empezaron a ser establecidas desde los finales de los 1800 y como pruebas forestales alrededor de los años 1920. Las especies que crecían mejor en los ambientes ecuatorianos fueron escogidas y eventualmente promovidas. El pino radiata fue una de las especies seleccionadas por su potencial de crecimiento rápido, especialmente en los páramos de la Sierra. Esta especie empezó a ser plantada en grandes extensiones desde los años de la década de 1960. (12,13).

Desde hace años la reforestación en el Ecuador ha sido una estrategia para recuperar los ecosistemas intervenidos, lastimosamente en contadas ocasiones se han realizado estudios de líneas base del estado de los servicios ecosistémicos antes de implementar la estrategia de reforestación y después (14). El establecimiento de plantaciones forestales en el caso del páramo, provee de

ciertos bienes y servicios, pero va en desmedro de otros servicios, como la provisión del agua y la secuestro de carbono de suelo. Por este motivo, el presente estudio pretende evaluar el proceso de regeneración de la cobertura vegetal producida después de la explotación de pino en el páramo de Tamboloma, Ambato, Tungurahua.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización Geográfica

El presente estudio se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pihahuín, sector Tamboloma. A una altitud de 3663 m.s.n.m., con las coordenadas $01^{\circ}20'49''S$; $78^{\circ}45'47''W$. La formación natural donde se encuentra éste rodal pertenece a páramo herbáceo (6). Cabe aclarar que en la zona de estudio fue plantado pino (*Pinus radiata*) en 1986 y en el 2003 fue explotado dejando a la zona descubierta por la extracción de madera, durante estos últimos años se encuentra ganado que pertenece a la comunidad, pese a esto ha existido un interesante proceso de regeneración de la cobertura vegetal.



Figura 1: Ubicación geográfica de la Comunidad Tamboloma

2.2 Metodología

El trabajo de campo se realizó en las fechas del 28 al 30 de abril del 2012. En el área de estudio, se realizó una inspección de la vegetación existente después de la explotación del pino y a la vez se colectó todo lo representativo especialmente fértil. Como lo obtenido fue replicas, posteriormente se comparó con información de especies con información de: (1,17-22)), en una parcela hecha en Río Blanco (Reserva de Producción Faunística Chimborazo) en las coordenadas $01^{\circ} 22' 34'' S$; $78^{\circ} 47' 24'' W$.

La metodología utilizada es la que se está ejecutando como parte del Inventario Nacional Forestal "INF" (15); para las mediciones de campo se utilizó un conglomerado de parcelas en forma de L. Las parcelas se realizaron de forma cuadrada de 60 x 60 m. Se utiliza este tipo y forma de parcelas para las mediciones de biomasa y la mayoría de tipos de vegetación, ya que es la más usual y común (16), en cada parcela se situó una subparcela (réplica) en el vértice inferior izquierdo (de arriba abajo en orientación de la pendiente) de 20 x 20 m, donde se midió porcentaje de cobertura de las tres réplicas. Además se colectó las muestras para posteriormente identificar taxonómicamente la vegetación existente dentro de las 3 parcelas de 60 x 60 m.

Se colectaron especímenes de la mayoría de los individuos para identificar por género y especies, las muestras reposan en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP).

La comparación con la parcela de Río Blanco fue en dos modalidades:

- a) Tres réplicas con la parcela de Río Blanco (vegetación original); y
- b) El total de las tres réplicas con la parcela de Río Blanco, cuyo propósito es comparar la similitud de la regeneración vegetal después de la plantación de pino con la vegetación original (páramo herbáceo).

Las coberturas fueron analizadas en el programa PAST (23), obteniendo los índices de similitud de Bray Curtis para las respectivas comparaciones.

3. Resultados

En la zona de estudio se registraron 53 especies agrupadas en 47 géneros y 25 Familias (Tabla 1). Se encontraron especies de diferentes hábitos, los arbustos son los más abundantes como *Brachyotum ledifolium* y *Gynoxys sodiroi*, pero también se encontraron especies de páramo de almohadillas como *Acaena elongata* y de páramo herbáceo :*Calamagrostis intermedia*, es decir en esta zona se halló una mezcla de especies de diferente tipo de hábitos, esto se debe a los procesos que ha sufrido la vegetación en este sector, primero por la explotación de pino y actualmente influenciada por los procesos de regeneración de la cobertura vegetal.

Tabla 1. 36 de las 53 especies más importantes de especies encontradas en cada parcela (%)

ESPECIES	T1	T2	T3	RÍO BLANCO
<i>Bomarea multiflora (L. f.) Mirb.</i>	1	0	1	0
<i>Gynoxys sodiroi Hieron</i>	25	30	5	0
<i>Laciocephalus involucratus (Kunth) Cuatrec.</i>	10	7	1	0
<i>Ageratina pichinchensis (Kunth) R.M.King & H.Rob.</i>	1,5	0	1	0
<i>Fleischmania obscurifolia (Hieron) R.M.King & H.Rob.</i>	1	0	0	0
<i>Uncinia hamata (Sw.) Urb.</i>	1	0	0	0
<i>Elaphoglossum cuspidatum (Willd.)T.Moore</i>	1	0	0	0
<i>Geranium multipartitum Benth</i>	1	5	0	0
<i>Brachyotum ledifolium (Desr.) Triana</i>	50	28	29	0
<i>Pinus radiata D.Don</i>	1	2	1	0
<i>Calamagrostis intermedia (J.Presl.) Steud.</i>	1	14	0	17,75
<i>Monnina phillereoides (Bonpl.) Eriksen</i>	1,5	2	1	0
<i>Acaena elongata L.</i>	1	0	15	0
<i>Lachemilla orbiculata (Ruiz & Pav.) Rydb.</i>	1	5	1	0
<i>Calceolaria ericoides Vahl</i>	3	1	0	0
<i>Lupinus pubescens Benth</i>	0	1	0	0
<i>Polistichum orbiculatum (Willd.)T.Moore</i>	0	1	0	0
<i>Siphocampylus giganteus (Cav.) G. Don</i>	0	1	0	0
<i>Calceolaria hissoifolia Kunth</i>	0	1	5	0
<i>Orthrosanthus chimborascensis (Kunth)Baker</i>	0	1	1	0
<i>Bromus catharticus Vahl</i>	0	1	0	0
<i>Cortaderia jubata (Lemoine ex Carrière) Stapf</i>	0	0	33	0
<i>Valeriana microphylla Kunth</i>	0	0	1	0

<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	0	0	1	0
<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	0	0	1	0
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	0	0	1	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i> DC.	0	0	1	0
<i>Jungia rugosa</i> Less.	0	0	1	0
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0	0	0	16,75
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth	0	0	0	30,25
<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	0	0	0	12,25
<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex. Willd.) Rothm.	0	0	0	2
<i>Campylopus</i> sp.	0	0	0	4,75
<i>Daucus montanus</i> Humbl. & Bonpl.	0	0	0	0,5
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	0	0	0	0,5
<i>Distichia muschoides</i> Nees & Meyen	0	0	0	6,25

En la tabla 1 además de el listado encontrado en Tamboloma (T1-T3), se comparó con 8 especies de la zona de de Río Blanco, estas especies corresponden a páramo herbáceo y pertenecen a la formación original de esta zona, como podrá apreciarse solo una especie (*Calamagrostis intermedia*) comparte con Tamboloma.

Y se confirma en la figura 2, ya que tanto comparando con las réplicas (a), y con el total (b) con la parcela de Río Blanco no hay similitud.

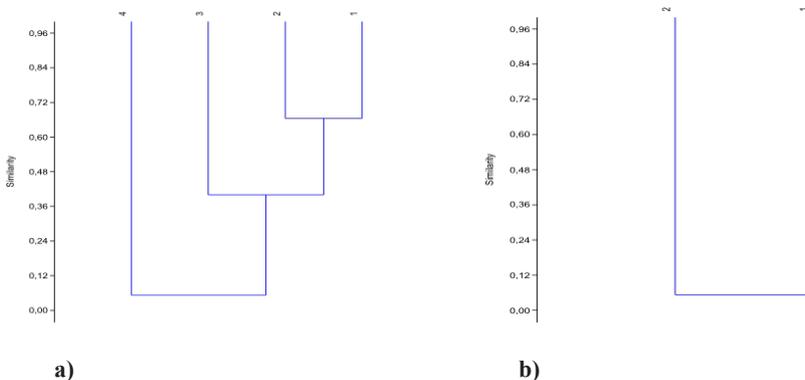


Fig.2. Dendrograma de índice de similitud.a)- entre las tres réplicas (1,2,3) y la parcela de Río Blanco (4). B)- entre las tres réplicas juntas (1) y la parcela de Río Blanco (2).

En una de las réplicas hay una importante presencia de *Cortaderia jubata*, esta especie se adapta mejor a suelos con condiciones húmedas (24), lo que podría permitir conjeturar que el suelo también está recuperando su capacidad de regulación hídrica.

4. Discusión

A pesar de las características de la zona, la vegetación tiene un proceso importante de regeneración natural, posterior a la explotación de pino y no necesariamente de forma homogénea, la

heterogeneidad encontrada se debe a que el ecosistema original antes de la plantación de pino fue un páramo herbáceo (1,17), y después de la explotación de la plantación de pino hay dinámicas diferentes, el proceso de regeneración a esta altura es lento, porque el crecimiento de la vegetación también es lento.

En la primera etapa de regeneración encontramos especies generalistas que serían capaces de explotar una gama más amplia de recursos en el estudio actual, teniendo en cuenta las amplias distribuciones que poseen y esto se pueden atribuir a un bajo grado de especialización ecológica (25) y (26), y obviamente se muestran menos especies de páramo herbáceo (vegetación original). En general, los sitios menos disturbados son más ricos en especies, pero esta aseveración no es universal; por un lado, los sitios disturbados pueden tener una gran cantidad de malezas que, en términos puramente numéricos, también aumentan la biodiversidad (27)

El presente estudio se realizó después de un corte total de la plantación de pino, es decir sin cubierta empezó la colonización de la nueva cobertura y sin datos previos, las condiciones del suelo son diferentes, ya que después de la plantación de pino las condiciones del suelo son diferentes porque afecta la retención de humedad y fertilidad del suelo, por lo tanto se esperan diferentes especies que toleren las nuevas condiciones del suelo (11). En un páramo colombiano (28), la plantación de *Pinus patula* resultó en fuertes efectos negativos sobre la diversidad y la composición de la vegetación del subpáramo.

Los taxones de plantas del páramo, poseen adaptaciones que les permite sobrevivir a las diferentes perturbaciones antropogénicas (29), éstas adaptaciones incluyen: la capacidad de rebrotar de raíces carnosas o rizomas, semillas que germinan después de los incendios y en el caso de plantas arrosadas la protección de la yema apical. Se enfatiza que estas adaptaciones deben haber evolucionado mucho antes que las perturbaciones antropogénicas tuvieran un impacto en los páramos, más o menos dentro de los últimos 10 000 años. Las características morfológicas y fisiológicas que permiten a las plantas del páramo sobrevivir los frecuentes incendios probablemente evolucionaron como adaptaciones a otros factores como la sequía y las fluctuaciones de temperaturas diurnas por haber sido alterada por la siembra de pino y su posterior cosecha. Actualmente la zona de estudio es una mezcla de especies de los distintos tipos de vegetación de la ceja andina (arbustos): *Brachyotum ledifolium*, *Gynoxys sodiroi*; de páramo herbáceo (pajonal), *Cortaderia jubata*, *Calamagrostis intermedia*. Además en varias sectores se registró *Lachemilla orbiculata*, que es una especie indicador de páramos alterados (24). Esto hace que este sector tenga características ecológicas especiales, que es necesario considerarlas antes de entrar en un proceso de recuperación.

El presente estudio ha recogido resultados de la primera etapa de regeneración, suponemos que en una futura evaluación en un tiempo posterior se observará, si la vegetación pionera se consolida por lo dicho en los párrafos anteriores, o retoma la vegetación original que en la zona fue páramo herbáceo.

El tener una masa boscosa, no debería ser el único objetivo de los programas de recuperación vegetal, lastimosamente muchos de los programas gubernamentales consideran esto como el objetivo primordial (30). La meta de la restauración es recuperar los ecosistemas después de una alteración, en este caso hacer el seguimiento del ecotono formado entre el páramo y el bosque para monitorear a largo plazo.

Por la intervención humana durante el tiempo que tiene Ecuador, los ecotonos entre los páramos y los bosques montanos han sufrido cambios importantes desde hace siglos; en la actualidad se pueden encontrar a esta altura ecosistemas análogos, que por su propia dinámica están regenerando a otro ecosistema, o quizás en algún momento vuelva a aparecerse al original (31). Aun no se cuenta con suficiente información sobre esto, pero hay muchos programas del gobierno ecuatoria-

no financiando reforestación a esta altura, pero no necesariamente es lo idóneo. Por el momento y considerando estos resultados preliminares, es mejor realizar a esta altura una restauración pasiva de la vegetación, excluyendo del sector recuperado el ganado y las quemas.

5. Conclusiones

Por el proceso de regeneración en que se encuentra la zona, no se sugiere realizar una plantación tradicional de especies nativas, que obligaría a cortar varios arbustos que se han regenerado naturalmente. La sucesión natural (restauración pasiva) podría ser una opción más barata y más viable para restaurar un ecotono entre el páramo y el bosque andino y así, recuperar el acervo genético, los servicios ecosistémicos y la diversidad florística.

Agradecimientos

Al proyecto GESOREN de la GIZ por financiar la investigación solicita por la Dirección Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio del Ambiente del Ecuador; además a Segundo Chimbolema, Cristian Acurio y María Ortiz y a los habitantes de la zona de Tamboloma por las facilidades de realizar el trabajo.

Conflicto de intereses.

Ninguno

Referencias

1. Jørgensen P.M. & León-Yáñez S. (Eds.). 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden.
2. Eguiguren, P., T.Ojeda, & N. A. Aguirre. 2010. Diversidad florística del ecosistema paramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático. Disponible en: <https://goo.gl/ComKzH>
3. Azócar, A. (1981). La flora de los páramos. En: Los páramos venezolanos. De Karl Weidman. Edi.Librería Alemana S.R.L. pp. 6-27. Disponible en: <https://goo.gl/c4xHr2php>
4. Josse, C., P. Mena, y G. Medina. (2000). La Biodiversidad de los Páramos. Serie Páramo 7. GTP. Disponible en: <http://paramosecuador.org.ec>
5. León-Yáñez, S. 2000. La flora de los páramos ecuatorianos. En: La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo 7: 5-21. GTP/AbyaYala. Quito.
6. R. Sierra (ed.), 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Quito – Ecuador.
7. Salamanca, B., & Camargo, G. (2000). Protocolo Distrital de restauración ecológica: guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá. Bogotá (Colombia). Alcaldía Mayor. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA.
8. Armijos Barros, J., & Lima Ramirez, A. (2011). Monitoreo de la regeneración natural en zonas alteradas e identificación de las especies forestales potenciales para la recuperación hídrica en la microcuenca Jipiro, cantón Loja (Bachelor's thesis).
9. Rollet, B. 1969. La regeneración natural en un bosque denso siempre verde de la llanura de la Guyana Venezolana. Boletín Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación.
10. Bueso, R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras. 74 p

11. Mongue, A. 1999. Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Cartago, TEC, OET. 65 pp.
12. Farley, K.A., Kelly E.F., & Hofstede, R.G. 2004. Soil organic carbon and water retention following conversion of grasslands to pine plantations in the Ecuadorian Andes. *Ecosystems* 7 (7)
13. Farley, K. A. 2007. Grasslands to tree plantations: forest transition in the Andes of Ecuador. *Annals of the Association of American Geographers* 97(4): 755-771.
14. Brandbyge, J., & Holm-Nielsen, L. B. (1987). Reforestación de los Andes ecuatorianos con especies nativas. Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas, CESA 1967-1987 Testimonio de Una Accion.
15. Ministerio del Ambiente. 2011. Manual de campo “Evaluación Nacional Forestal ENF” del Ministerio del Ambiente del Ecuador bajo la cooperación del Programa “Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático” FAO Finlandia.
16. Ravindranath, NH & Oswald, M 2008, Carbon Inventory Methods: Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Products, Advances in Global Change Research, Springer Netherlands, Dordrecht
17. Caranqui, J., Lozano, P. & Reyes, J. 2016. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), pp-33.
18. Valencia, R., Pitman, N., León-Yáñez, S. & Jørgensen, P.M. (eds.) 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
19. Missouri Botanical Garden. Trópicos base de datos. [Consulta de internet 31 jul. 2015]. <http://www.tropicos.org>
20. EcoCiencia. (2014). Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Informe final de consultoría.
21. Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito
22. Caranqui, J., W.Haro y F.Salas. (2013). Diversidad y Similitud de los Páramos del Chimborazo. GADP Chimborazo- ESPOCH. Disponible en: <https://goo.gl/Xn1cUQ>
23. Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. 2009. PAST-PAlaeontological STatistics, ver. 1.89. University of Oslo, Oslo.
24. Mena P., Medina G. & Hofstede R. (Eds.). 2001. Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala/ Proyecto Páramo. Quito.
25. Gaston, K.J. & Kunin, W.E. 1997. Rare–common differences: an overview. In: Kunin, W.E., Gaston, K.J. (Eds.), *The Biology of Rarity: Causes and Consequences of Rare–Common Differences*. Chapman & Hall, London, pp. 12–29.
26. Verweij, P. 1995. Spatial and temporal modelling of vegetational patterns: burning and grazing in the paramo of Los Nevados National Park, Colombia. Tesis de Ph.D. Universidad de Amsterdam. Holanda.
27. Welch, D., Scott, D., 1997. Decline of moorland plants following the establishment of a Scots pine plantation. *Botanical Journal of Scotland* 49, 27–37.
28. van Wesenbeeck, B. K., van Mourik, T., Duivenvoorden, J. F., & Cleef, A. M. 2003. Strong effects of a plantation with *Pinus patula* on Andean subpáramo vegetation: a case study from Colombia. *Biological Conservation*, 114(2), 207-218.
29. Laeagard S. 1992. Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. 151-170. In: H.Balslev & J.Luteyn (eds.). *Páramo-An Andean Ecosystem under Human Influence*. Academic Press London
30. Sarmiento, F.O. 2002. Impulsores de cambio del paisaje: dinámica de las líneas de árboles en

la morfología neotropical [Drivers of landscape change Treeline dynamics in neotropical montology] *Ecotropicos*: 15(2):129-146

31. Suárez Duque, D. (2008). Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 9-15.

“EL FESTULOLIUM COMO UNA ALTERNATIVA FORRAJERA EN LA PARROQUIA DE SAN JUAN”

THE FESTULOLIUM AS AN ALTERNATIVE FODDER IN THE PARISH OF SAN JUAN

S., Paca Guamushi, L., Fiallos Ortega, J., Trujillo Villacís, *S., Jiménez Yáñez, M., Fiallos López Carrera De Ingeniería Zootécnica, Facultad De Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo

* 0996551482, tiagofahu@yahoo.com, (S., Jiménez Yáñez)

RESUMEN

Como una alternativa de producción forrajera se evaluaron tres variedades de Festulolium sp con dos tipos de estiércol. Esta investigación se desarrolló en la parroquia San Juan, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, duro 140 días en, una superficie de 720 m², con 36 unidades experimentales de 20 m² cada una, bajo un diseño Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo combinatorio; siendo, el mejor tratamiento en el factor A (Festulolium Spring, Duo y Lofa), la variedad duo, 0,87 Tn/ha/FV/corte producción de forraje verde y producción de materia seca 0,26 Tn/ha/FMS/corte, al usar abonos de cuy y bovino (factor B), la mejor producción fue con estiércol de cuy, con una producción de forraje verde de 9,08 Tn/ha/FV/corte y materia seca 2,71 Tn/ha/FMS/corte; mientras que, en la interacción del factor A y B la variedad Festulolium Duo fertilizada con estiércol de cuy presento la mayor producción de forraje verde (9,45 Tn/ha/FV/corte) y materia seca (2,82 Tn/ha/FMS/corte). El mejor beneficio costo fue con el Festulolium Duo más estiércol de cuy, con un indicador de 1,90; recomendándose establecer Festulolium Duo en altitudes de 3300 msnm.

Palabras clave: Festulolium, estiércol, materia seca, materia verde, altitud.

ABSTRACT

As an alternative to forage production three varieties of Festulolium sp were evaluated with two types of manure. This research was developed at the San Juan parish, Canton Riobamba, Chimborazo province, lasted 140 days in, an area of 720 m², with 36 experimental units of 20 m² each, under a Randomized Complete Block Design with combinatorial arrangement; being the best treatment in factor A (Festulolium Spring, Duo and Lofa), the variety duo, 0.87 Tn/has/FV/cut production of green fodder and dry matter production 0.26 Tn/has/FMS/cut, using fertilizers of Guinea pig and bovine (factor B), best production was with manure of Guinea pig, with a production of green fodder 9.08 Tn/has/FV/cut and dry matter 2.71 Tn/has/FMS/Court; While the interaction between factor A and B the Festulolium Duo variety fertilized with manure of guinea pig present higher production of green fodder (9.45 Tn/has/FV/cut) and dry matter (2.82 Tn/has/FMS/cut). The best cost benefit was with Festulolium Duo plus manure of Guinea pig, with a 1.90 indicator; recommend establish Festulolium Duo in altitude of 3300 m.

Key words: Festulolium, manure, dry matter, green matter, altitude.

1. Introducción

En un programa de manejo de pastos, la fertilización es la práctica que produce los mejores resultados, en el menor tiempo, cuando otros factores del suelo no son limitantes para el desarrollo de las plantas. La fertilización adecuada aumenta la cantidad y calidad del forraje, y por consiguiente, se incrementa la capacidad de mantenimiento y la producción por unidad de área (1).

Los pastos contienen una cantidad considerable de proteína vegetal que puede ser transformada en proteína animal, esto se traduce en ingresos de recursos económicos al momento de vender un animal. Dentro de las gramíneas forrajeras en la actualidad se cuenta con el *Festulolium* sp, que es un pasto híbrido intergenérico natural o sintético entre la exogamia obtenido de dos especies de géneros *Festuca* y *Lolium*, considerados como componentes ideales de un sistema de pastizal. Las formas intermedias entre los dos géneros han sido reconocidas en la naturaleza y han sido considerados como híbridos por los taxonomistas.

Actualmente los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (2), es así que los productores han retomado la agricultura orgánica para cultivos intensivos no sólo en productos para el consumo humano sino también en la producción de pastos y forrajes destinados a la alimentación animal; porque se ha comprobado que la utilización de estos fertilizantes, aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, mejoran su condición física, aportan materia orgánica y que además, no tienen impacto ambiental.

Por lo expuesto anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos: evaluar el comportamiento forrajero de tres variedades de *Festulolium* sp (*Spring Gring*, *Duo* y *Lofa*), con dos tipos de estiércol (bovino y cuy); determinar la mejor variedad de *Festulolium* sp., cuando se aplica dos tipos de estiércol a una altura de 3300 m.s.n.m.; conocer el mejor estiércol que influirá en la producción de las diferentes variedades de *Festulolium* sp. (*Spring Gring*, *Duo* y *Lofa*); determinar los costos de producción y su rentabilidad mediante el análisis beneficio costo.

2. Materiales y Métodos

2.1. Localización y duración del experimento

Esta investigación se desarrolló en la parroquia San Juan, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, ubicada al noroeste de la ciudad de Riobamba a 23,14 kilómetros, con una duración de 100 días.

2.2. Unidades experimentales

La investigación estuvo constituida por 36 unidades experimentales (parcelas), con 20 m² de dimensión (5x4 m, en parcela neta útil); cada tratamiento contó con 4 repeticiones, dando una superficie total de 720 m².

2.3. Tratamientos y diseño experimental

Este ensayo evaluó el comportamiento forrajero de tres variedades de *Festulolium* sp con dos estiércoles, comparado con un tratamiento testigo, considerándose 36 unidades experimentales.

La distribución de los tratamientos se realizó mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo combinatorio, cuyo modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_k + T_i C_k + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general.

T_i = Efecto de los tratamientos, variedades de Festulolium.

C_k = Efecto de los tipos de estiércol.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

$T_i C_k$ = Efecto de la interacción.

2.4. Esquema del Experimento

El esquema del experimento se planteó como se detalla en la Tabla 1.

2.5. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados experimentales fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ADEVA), y para contrastar el efecto de las variedades de Festulolium y los abonos orgánicos se aplicó la separación de medias según Tukey a un nivel de significancia de $p \leq 0,05$ y $p \leq 0,01$.

2.6. Procedimiento experimental

2.6.1. Descripción del experimento

Previo el inicio de trabajo de campo, se realizó un análisis de suelo para la aplicación de los estiércol de bovino y cuy en las parcelas, de las variedades de Festulolium, para compararlo con el análisis al final del trabajo de campo y determinar si existió o no enriquecimiento de nutrientes en el suelo.

Para el establecimiento del cultivo, se procedió con la siembra y posterior corte de igualación a 5 centímetros, para favorecer el vigor del material vegetativo y para uniformizar la altura de las unidades experimentales.

Consecutivamente, de acuerdo al diseño y al sorteo al azar de los tratamientos, se procedió a delimitar con estacas e identificar las unidades experimentales para lo cual se establecieron parcelas de 4 metros de largo por 5 metros de ancho es decir un área individual de 20 m², para cada parcela y una separación entre repeticiones de 0,50 metros.

Se realizaron las distintas labores culturales necesarias, principalmente las deshierbas y el riego; que se efectuó en función a las condiciones ambientales imperantes en la zona y época del experimento.

Se aplicó el estiércol de bovino y cuy en las parcelas de Festulolium sp Duo, además de destinar una parcela sin abono que constituyó el tratamiento testigo, igual procedimiento se llevó a cabo

con las parcelas de *Festulolium Spring Gring* y *Festulolium sp Lofa*.

Se realizó el control de malezas, periódicamente para evitar la proliferación y competencia por nutrientes con los *Festulolium* que se sembraron en cada uno de los tratamientos.

Durante el desarrollo vegetativo de las diferentes variedades de *Festulolium sp* después del primer corte, cuando alcanzó la época de prefloración, considerando cuando el cultivo presentó el 10% de floración, se realizó la toma de datos de la masa del forraje verde (kg/FV/ m²) y producción de materia seca.

2.7. Metodología de evaluación

La metodología para cada una de las mediciones experimentales fue la que a continuación se describe.

2.7.1. Producción de forraje en materia verde (Tn/ha/corte)

La producción de forraje se determinó por el método del cuadrante que consistió en el lanzamiento de un cuadrante con un área de 1 m², posteriormente se cortó y se determinó la masa del forraje contenido dentro de este. (3)

2.7.2. Producción de forraje en materia seca (Tn/ha/corte)

Para la producción de materia seca se tomó una muestra de forraje verde, la cual se pesó y se llevó a la estufa y por diferencias de masa se calculó el % de M.S y se expresó en Tn/ha/corte.

2.7.3. Análisis del suelo antes y después del ensayo.

Se determinó de manera al azar las unidades experimentales y en forma de zigzag cada 15 ó 30 pasos, con ayuda de un barreno se tomó una submuestra, y se depositó en un balde. Las restantes submuestras fueron tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad. Luego de tener todas en el balde se mezclaron homogéneamente y se tomó 1 kg aproximadamente. Esta fue la muestra requerida para el análisis de laboratorio. (4)

2.7.8. Evaluación Económica

El cálculo del análisis económico se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo, a través de la siguiente expresión:

Beneficio/Costo = Ingresos totales (\$) / Egresos totales (\$).

3. Resultados y discusión

3.1. Comportamiento agrobotánico de tres variedades de *Festulolium* fertilizadas con dos tipos de estiércol, en la parroquia de San Juan

3.1.1. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte)

a. Por efecto de la variedad de *Festulolium*

Al analizar la producción de forraje verde del pasto Festulolium, se presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) por efecto del factor A (tipo de variedad), reportándose la mayor producción de forraje verde en el tratamiento T2 (Festulolium Duo), que corresponde a 8,65 Tn/ha/corte, frente al resto de tratamientos como fueron T1 (F. Spring Gring) con una producción de forraje verde de 7,73 y T3 (F.lofa), con 5,31 Tn/ha/corte. El análisis antes descrito determinó que al sembrar Festulolium Duo en la parroquia de San Juan los resultados de producción de forraje verde fueron los mejores.

El estudio de diferentes variedades de Festulolium fertilizadas con diferentes abonos orgánicos, alcanzó una producción de forraje verde de 5,21 Tn/ha/corte en la variedad Duo (5), respuesta que resulta inferior a los datos obtenidos en esta investigación, debido a que el estiércol de cuy al ser depositado en el suelo se absorbe por el sistema radicular del híbrido evaluado y de esa manera su desarrollo vegetativo se mejora reflejándose sobre todo en su producción forrajera.

b. Por efecto del tipo de estiércol

En los estudios realizados mediante la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos (factor B), en parcelas de Festulolium, en relación a la producción de forraje verde, se registró que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), entre las medias de los tratamientos; observándose que los tratamientos que alcanzaron los mejores resultados fueron los correspondientes a la incorporación al suelo de estiércol de cuy (T2), que presentó 9,08 Tn/ha/corte, en relación con el tratamiento testigo con un valor de 5,55 Tn/ha/corte y que fue el más bajo de la investigación, una repuesta media origino el tratamiento T1 (estiércol bovino), con una producción de 7,05 Tn/ha/corte de forraje verde.

En otra investigación se obtuvo 15,5 Tn/ha de materia verde en una pradera de Festulolium sp, con un contenido de humedad del 87% (6), dichas producciones son inferiores en el primer caso y superior en el segundo, comparados en esta investigación. Lo que se debió a la cantidad de NPK en el estiércol de cabra, es a razón de 1.6: 0,6: 1,2. Es decir el estiércol compostado es un potente fertilizante orgánico.

c. Por efecto de la interacción entre las variedades de Festulolium y el tipo de estiércol

Los resultados obtenidos con respecto a la producción de forraje verde, no registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre las medias de los tratamientos, por efecto de la interacción entre los factores de estudio; pero si de carácter numérico, la producción de forraje verde resultó mayor en las parcelas de F. Duo fertilizadas con estiércol de cuy (A2B2), con 9,45 Tn/ha/corte, seguidas de los tratamientos A1B2, A2B1, y A3B2 con 9,33, 9,18 y 8,48 Tn/ha/corte respectivamente y en su orden; respuestas intermedias evidenciaron los tratamientos A1B1, A2B0, A1B0 y A3B1 con producciones de 7,90, 7,34, 5,95 y 4,09 Tn/ha/corte; finalmente las unidades de la variedad LOFA donde no se aplicó abono orgánico, presentó 3,38 Tn/ha/corte de forraje verde, y que fueron las respuestas más bajas de la investigación. La opción más adecuada es sembrar Festulolium de la variedad Duo con estiércol de cuy, ya que demostró tener buenas características al incorporar al suelo lo que permite el incremento en la producción de forraje verde.

Al respecto, se reportó 1,69 Tn/ha/corte de forraje verde en Festulolium Duo fertilizadas con abono ovino (5,7), donde obtuvo la mejor producción de forraje verde en las parcelas de variedad

Duo y LOFA y Spring Gring fertilizadas con estiércol caprino con respuestas de 6.65, 6.16 y 6.09 Tn/ha/FV/corte; estos valores resultan ser inferiores en relación a los investigados debido a diferentes factores como época de lluvia y tipo de abono aplicado

3.1.2. Producción de materia seca (Tn/ha/corte)

a. Por efecto de la variedad de *Festulolium*

Los promedios de producción de forraje en materia seca por efecto de las diferentes variedades de *Festulolium*, demostraron diferencias estadísticas altamente significativas, ($P \leq 0,01$); donde, las mejores respuestas se manifestaron en los tratamientos T2 (*Festulolium* Duo) con 2,58 Tn/ha/corte respecto a la producción de las parcelas del tratamiento T3 (*Festulolium* LOFA) que presentaron las respuestas menos eficientes, ya que las medias fueron de 1,58 Tn/ha/corte, difiriendo estadísticamente entre ambos una respuesta intermedia que se evidencio en las parcelas del tratamiento T1 (*Festulolium* Spring Gring) presentando una producción de forraje verde de 2,30 Tn/ha/corte, según se puede apreciar en la Fig. 2.

Los diferentes valores considerados no solo pueden darse por el empleo de los diferentes tipos de estiércol y de variedades de *Festulolium*, sino por las condiciones medio ambientales que se presentan durante la época de producción, especialmente se debe a los cambio climáticos: abundante lluvia y sequías prolongadas. Al respecto se menciona que un porcentaje alto de humedad reduce el porcentaje de materia seca de un pasto, disminuyendo así su valor nutritivo como también afectando el consumo de materia seca por los animales, por lo tanto es necesario que el pasto mantenga un equilibrio en la humedad, considerando como satisfactoria de 70 a 80% (8).

b. Por efecto del tipo de estiércol

El análisis de varianza de la producción de la materia seca de *Festulolium*, por efecto de diferentes tipos de estiércol (Factor B), reportó que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$). Los valores registrados fueron de 2,71, 2,10 y 1,66 Tn/ha/corte, correspondiente a los tratamientos T2 (estiércol de cuy), T1 (estiércol bovino) y T0 (Testigo), respectivamente y en su orden.

De acuerdo a los reportes analizados, se llegó a la conclusión que fue la opción más adecuada fertilizar las parcelas de *Festulolium* con estiércol de cuy y bovino, debido a que los abonos orgánicos, requieren de cierto tiempo para transformarse en material que pueda ser aprovechado por las plantas, por lo que se necesita en el corto plazo, existan otras sustancias que nutran inmediatamente a la planta, tal es el caso de usar el estiércol como alternativa, para el mejor aprovechamiento de los abonos orgánicos y óptimo desarrollo vegetativo como productivo en una pradera, ya que tiene un gran impacto como sustrato para el crecimiento y producción de plantas forrajeras; también contienen sustancias biológicas activas, tales como reguladores de crecimiento vegetal que estimulan el desarrollo, e incrementan la producción en materia seca (9).

Los resultados registrados, al ser comparados, evidencian que se obtuvo las mejores respuestas al aplicar el tratamiento a base de estiércol caprino, con el cual alcanzó una producción de 1,39 Tn/ha/corte de materia seca (5); siendo estos resultados inferiores a los obtenidos en la presente investigación, lo que se debió a que el estiércol de cuy es un abono muy rico en nutrientes que demostró durante el proceso investigativo buenas características para mejorar el desarrollo de las

diferentes variedades de *Festulolium*, por lo tanto la producción seca es mayor.

c. Por efecto de la interacción entre las variedades de *Festulolium* y el tipo de estiércol

Los datos obtenidos del análisis de varianza de la producción de materia seca, no presentan diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre tratamientos por efecto de la interacción entre las diferentes variedades de *Festulolium* y los tipos de estiércoles; sin embargo, de carácter numérico se registraron los resultados más altos, al aplicar en la variedad Duo al utilizar como fertilizante al abono de cuy con una producción de 2,82 Tn/ha/FMS/corte, descendiendo los resultados presentados por la variedad Spring Gring, al adicionar estiércol de bovino con una media de 2,78 Tn/ha/FMS/corte. Seguido el tratamiento de F. Duo con estiércol bovino con 274 Tn/ha/FMS/corte; luego se ubicaron las parcelas de la variedad LOFA y Spring Gring aplicadas estiércol de cuy y bovino al adicionar estiércol bovino con 2,53 y 2,36 Tn/ha/FMS/corte. A

A continuación se ubican los registros de la variedad Duo y Spring Gring en interacción con el grupo control con medias de 2,19 y 1,77 Tn/ha/FMS/corte; seguidas de las medias de la variedad LOFA aplicada estiércol bovino con 1,22 Tn/ha/FMS/corte. Finalmente, la variedad que alcanzo menores producciones de materia seca fue reportada en las parcelas de *Festulolium* LOFA, sin fertilización alguna, con registros de 1,01 Tn/ha/FMS/corte. Es decir que la opción adecuada para alcanzar una mayor producción de materia seca es utilizar la variedad de *Festulolium* Duo fertilizada con estiércol de cuy, ya que la conjugación de estos dos factores permitieron el mayor desarrollo de la planta, reflejado en una mayor producción de materia seca; lo se debió a que el estiércol trabajó sobre los nutrientes del suelo facilitando el alcance de las plantas; lo que sin lugar a duda se traduce en un buen rendimiento productivo y por ende se refleja en la producción de materia seca. Como se demuestra en la Fig.2.

Contrastando los diferentes tipos de estiércol en la producción de tres variedades de *Festulolium*, obtuvo la mejor respuesta la variedad Duo fertilizada con estiércol caprino con un valor de 1,60 Tn/ha/corte (5), al aplicar estiércol ovino en el cultivo de *Festulolium* Duo reportó 3,93 Tn/ha/FMS/corte, valores que resultan inferiores y superiores respectivamente, a los señalados en la presente investigación (7).

3.2. Análisis de suelo inicial y final

Al realizar el análisis del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes tipos de estiércol (bovino, cuy y testigo), con diferentes variedades de pasto *Festulolium* (Spring Gring, Duo y LOFA).

Para el caso del pH, antes de la incorporación de los diferentes tipos de estiércol se reportó un valor de 5,97 (ligeramente ácido; el mismo que se reduce levemente a 5,80 después de aplicar a la parcela el abono orgánico (estiércol), correspondiendo a una escala de pH ligeramente ácido, es decir que el uso de los diferentes tipos de estiércol no modificó el pH del suelo. Este comportamiento se debió a que en el suelo se depositó gran cantidad de amonio producto de la descomposición de la materia orgánica, el cual al combinarse con el agua produjo amoniaco que tiene un carácter ácido, que provocó la disminución del pH del suelo.

En el contenido de materia orgánica del suelo antes y después de la fertilización, se pudo evidenciar un importante incremento, correspondiente a 0,90 %, ya que partiendo de un nivel bajo de

2,90% antes de la aplicación de los diferentes estiércoles, ascendió a 3,80% ,lo que corresponde a una escala de interpretación de contenido Medio, lo cual indica que la incorporación del abono orgánico, permite que el suelo sea rico en materia orgánica, donde las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, para su desarrollo vegetativo.

En lo referente al contenido de amoníaco (NH_4), del suelo, se evidenció una disminución después de la adición del abono orgánico en los cultivos de *Festulolium*; ya que, partiendo de un valor inicial de 35,90 mg/L (medio), antes de la fertilización, desciende a 12,0 mg/L (Bajo), después de la fertilización, como se detalla en la Tabla 2.

Probablemente esta reacción se debió a que después de añadir residuos orgánicos frescos al suelo hay un rápido aumento en la población de organismos debido a la abundancia de material fácilmente descompuesto, incluyendo azúcares y proteínas. Estos elementos son transformados en energía, CO_2 y H_2O y en compuestos sintetizados por los organismos. A medida que la cantidad de materia orgánica de fácil descomposición disminuye, el número de organismos también baja. Los sucesores de estos organismos atacan los restos. (La velocidad de transformación de los residuos orgánicos frescos depende de la naturaleza de la materia orgánica inicial y de las condiciones ambientales del suelo.) Después de la aplicación los organismos consumen el nitrógeno disponible en el suelo, inmovilizándolo. Como resultado, durante algún tiempo habrá poco nitrógeno disponible para las plantas.

El contenido de fósforo del suelo evidenció un aumento significativo, ya que partiendo de 24,80 mg/L (antes de la fertilización), se incrementó a 51,01 mg/L (después de la fertilización); lo que se debió a que la materia orgánica cuando empieza a desintegrarse permite la liberación del fósforo y el potasio en la capa superficial del suelo, además la función del fósforo en el suelo es de ayudar a la formación de raíces fuertes y abundantes, dando así un forraje de mayor calidad en energía, por lo que se puede notar que en estos suelos se tienen valores buenos para el cultivo (10).

3.3. *Análisis económico*

Realizando el análisis económico de la producción de forraje verde de las distintas variedades de *Festulolium* fertilizadas con estiércol de bovino y cuy, comparando frente a un tratamiento testigo, en la parroquia de San Juan, se determinaron los siguientes resultados:

La mayor rentabilidad de producción de forraje se alcanzó al aplicar el tratamiento *Festulolium* de la variedad Duo fertilizado con estiércol de cuy, ya que presentó un beneficio/costo de 1,90, lo que representó que por cada dólar invertido, se obtuvo una ganancia de 0,90 centavos de dólar, tal como se observa en la Tabla 3.

4. Conclusiones

En base a los resultados alcanzados se determinó que la mejor variedad de *Festulolium* (Factor A), fue la Duo con valores en producción de forraje verde y materia seca de, 0,87 Tn/ha/FV/corte y 0,26 Tn/ha/FMS/corte respectivamente, mientras que al analizar el mejor abono (Factor B), los resultados fueron superiores utilizando estiércol de cuy en la producción de forraje verde y materia seca alcanzando rendimientos de 9,08 y 2,71 Tn/ha/corte.

En el análisis de la interacción entre el factor A y B se determinó que los mejores resultados

corresponden a la variedad Festulolium Duo fertilizada con estiércol de cuy en lo que respecta a producción de forraje verde y materia seca, ya que presento rendimientos de 9,45 y 2,82 Tn/ha/corte.

El análisis Beneficio/costo demostró que el tratamiento, con mayor rentabilidad fue el tratamiento A2B2 (Festulolium Duo/estiércol de cuy) con un indicador de 1,90.

Referencias

1. Bernal J. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos (No. 633.2 B517m). Quito, EC: Instituto de la Potasa y el Fósforo, 2003.
2. López-Mtz, Díaz, A.,Valdez, R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra, 19 (4), 293-299.
3. Pinduisaca, L., Danielo, C. Efecto de tres dosis de trichoderma en la producción primaria de Medicago sativa (Alfalfa) en la granja Guaslán MAGAP [tesis de grado], Riobamba: ESPOCH; 2015.
4. Guevara M.. Implementación de escuelas de campo para agricultores (ecas), en la comuna ce-rezal de bellavista en la provincia de Santa Elena-Ecuador [tesis de grado], Guayaquil: ESPOL; 2015
5. Valdivieso C. Evaluación del comportamiento forrajero de tres variedades de Festulolium con tres tipos de estiércol en la estación experimental Tunshi. [tesis de grado], Riobamba: ESPOCH; 2015
6. Homen M, Entrena I, Arriojas L. Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. Zootecnia Trop. [Internet]. 2010 [citado 12 mayo 2017]; 2: 57-60. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100015
7. Cajilema J. Evaluación del comportamiento forrajero de tres variedades de Festulolium con dos abonos orgánicos en la estación experimental Aña Moyocancha [tesis de grado], Riobamba: ESPOCH; 2005
8. Bertín, O. 2009. Rendimiento de forraje de Rye Grass anual (Lolium multiflorum.Lam.) en el período otoño-invernal. Jornada a campo novedades en forrajeras, producción calidad y mejora-miento. pp: 25-30.
9. Gonzáles I. 2003. La materia orgánica y su importancia en suelos naturales y cultivados. La materia del suelo y sus repercusiones ambientales. Loja, Ecuador. pp 2, 3.
10. Alonso M. 2008. Por qué las plantas producen metabolitos secundarios activos. Buenos aires, Argentina. Revista de la Facultad de Farmacia de la Universidad de los Andes. 26:10- 16.

Tabla1. Esquema del experimento.

Factor A	Factor B	Código	T.U.E.	Rep.	Total UE(m2)
F. Sprig Gring	Sin abono	A1B0	20	4	80
	Estiércol bovino	A1B1	20	4	80
	Estiércol cuy	A1B2	20	4	80
F. sp Duo	Sin abono	A2B0	20	4	80
	Estiércol bovino	A2B1	20	4	80
	Estiércol cuy	A2B2	20	4	80
F. sp LOFA	Sin abono	A3B0	20	4	80

Estiércol bovino	A3B1	20	4	80
Estiércol cuy	A3B2	20	4	80
TOTAL				720

T. U. E. = Tamaño de la unidad experimental.

Tabla 2. Análisis de suelo antes y después de la aplicación del abono orgánico (estiércol).

Parámetro	Unidad	Antes	Interpretación.	Después	Interpretación.
Nitrógeno	mg/L	35,9	M	12	B
Fosforo	mg/L	24,8	M	51,01	A
Potasio	Meq/100g	0,4	B	0,71	A
pH		5,97	L. Ac.	5,8	L. Ac.
Materia Orgánica	%	2,9	B	3,8	M

Tabla 3. Evaluación económica de diferentes variedades de Festulolium fertilizada por diferentes tipos de estiércol.

VARIABLES	Variedad de festulolium x tipo de estiércol								
	FLSG X TEST	FLSG X E. BOV	FLSG X E. CUY	FLDU X CONTROL	FLDU X E. BOV	FLDU X E. CUY	FLLO X TEST	FLLO X E. BOV	FLLO X E. CUY
	A1B0	A1B1	A1B2	A2B0	A2B1	A2B2	A3B0	A3B1	A3B2
Egresos (Ha/ Año)									
Abono Orgánico	0	500	250	0	500	250	0	500	250
Establecimiento De Pradera	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo Mano De Obra	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Uso Del Terreno	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Total Egresos	1400	1900	1650	1400	1900	1650	1400	1900	1650
Ingresos									
Producción De Forraje Verde, Tn/Ha/Corte	5,95	7,90	9,33	7,34	9,18	9,45	3,38	4,09	8,48
Ciclo Vegetativo	45,00	45,00	45,25	44,75	45,50	44,00	45,75	46,00	46,00
Número De Cortes Al Año	8,11	8,11	8,07	8,16	8,02	8,30	7,98	7,93	7,93
P.f.v (Ton/Ha/ Año)	48,26	64,08	75,22	59,85	73,60	78,39	26,93	32,43	67,25
Ingreso Por Venta De Forraje/ Año	1930,44	2563,11	3008,73	2393,91	2944,07	3135,68	1077,05	1297,34	2689,89
Total Ingresos									
Beneficio / Costo (Usd)	1,4	1,35	1,82	1,71	1,55	1,90	0,77	0,68	1,63

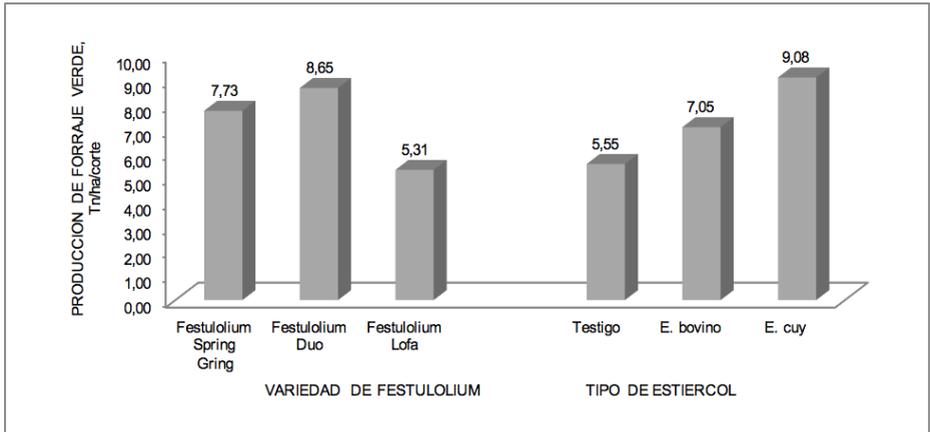


Fig. 1. Evaluación de la producción de forraje verde por efecto de las variedades de Festulolium y efecto del tipo de estiércol

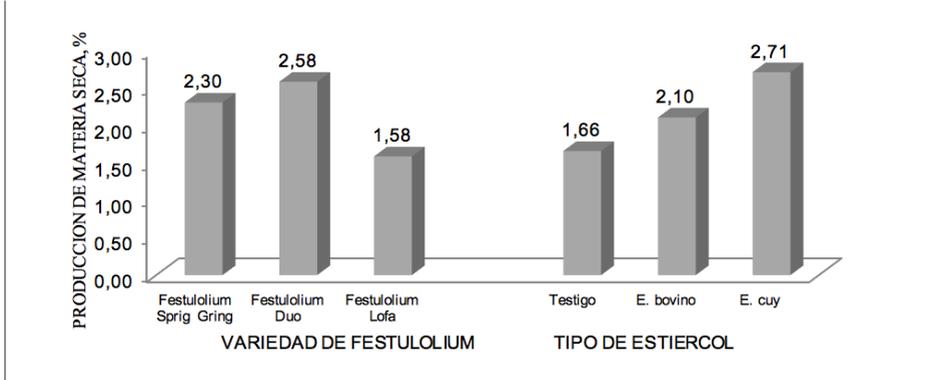


Fig.2 Evaluación de la producción de materia seca por efecto de las variedades de Festulolium y efecto del tipo de estiércol.

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE LAS PEQUEÑAS FINCAS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(CHARACTERIZATION OF MILK PRODUCTION SYSTEMS OF SMALL FARMS IN THE PROVINCE OF CHIMBORAZO)

J. R. Brito Carvajal (1), J. N. Pérez Guerrero (2) *, C. Santillán Mariño (3), J. R. Pérez Pupo (4), Y. Fernández Romay (5)

(1) MSc. Escuela Ingeniería Industrial. ESPOCH. Email: jesusbrito@hotmail.com

(2) Doctor en Ciencias Técnicas. Escuela Ingeniería Mecánica. ESPOCH. Email: julionolberto2011perez@gmail.com

(3) MSc. Facultad de Mecánica. ESPOCH. Email: csantillan_m@epoch.edu.ec

(4) Doctor en Ciencias Técnicas. Escuela Ingeniería Industrial. ESPOCH. Email: perezpupo@gmail.com

(5) Doctora en Ciencia y Tecnología Agraria y Alimentaria. Escuela de Ecoturismo. ESPOCH. Email: brianaamalia2003@gmail.com

*Correspondencia. Tel: 0979076169, E-mail: julionolberto2011perez@gmail.com, (J. N. Pérez Guerrero)

RESUMEN

Dada la escasez de estudios actuales sobre los sistemas de producción de leche de las pequeñas fincas de Chimborazo, el trabajo se desarrolló con el objetivo de caracterizar estos sistemas productivos, como paso inicial para la aplicación de métodos y modelos productivos avanzados que posibiliten su perfeccionamiento. El estudio se desarrolló siguiendo las siguientes etapas: revisión del estado del arte, análisis de los factores del sistema productivo, elaboración de los instrumentos para el estudio de campo, aplicación del instrumento y análisis e interpretación de los resultados del estudio de campo. Diez pequeñas fincas representativas de la región fueron caracterizadas. Se observó que el número de vacas por hectárea oscila entre 1 y 3,3, la producción de leche en litros por hectárea y por animal día oscila entre 10 y 50 y 5 y 24 respectivamente, los principales alimentos utilizados son el Ray Grass, Trébol Blanco, Pasto Azul y Alfalfa, el complemento principal es Súper leche y como alimento adicional la sal mineral. Los animales en producción identificadas fueron de las razas Jersey, Holstein y Brown Swiss, F1 del cruce Jersey con Holstein y mestizos. Se constató que existen reservas para incrementar la producción con los mismos recursos empleados en la región en esta actividad.

Palabras claves: Caracterización, ganadería, fincas, producción, sistemas.

ABSTRACT

Given the scarcity of current studies on the milk production systems of the small farms of Chimborazo, the work was developed with the aim of characterizing these productive systems, as an initial step for the application of methods and advanced production models that enable their improvement. The study was carried out following the following steps: review of the state of the art, analysis of the factors of the productive system, preparation of the instruments for the field study, application of the instrument and analysis and interpretation of the results of the field study. Ten small farms representative of the region were characterized. It was observed that the number of cows per hectare ranges from 1 to 3.3, the production of milk in liters per hectare and per animal day oscillates between 10 and 50 and 5 and 24 respectively, the main foods used are Ray Grass, Clover White, Pasto Azul and Alfalfa, the main complement is Super milk and as an additional

food the mineral salt. The animals in production identified were of the breeds Jersey, Holstein and Brown Swiss, F1 of the crossing Jersey with Holstein and mestizos. It was found that there are reserves to increase production with the same resources used in the region in this activity.

Key words: Characterization, livestock, farms, production, systems.

1. Introducción

Referirse a la producción de leche y carne en el mundo implica el estudio de los sistemas de producción de doble propósito, pues los especializados para la producción de leche apenas alcanzan el 10 % del total de sistemas de producción existentes y se concentran en los países de clima frío con muy poca extensión disponible. De esta manera, más del 90 % de las ganaderías que producen leche son de doble propósito, y aun cuando el aporte de estos sistemas a la producción de carne es menor comparado con lo que aportan a la producción de leche, sigue siendo también un sistema muy frecuente (1).

El consumo y el comercio mundial de alimentos en general y de lácteos en particular está influenciado por un conjunto de factores referidos al contexto macroeconómico y a la evolución de la población mundial y su localización, así como de las políticas de apoyo a la producción y comercialización en los distintos países y de las negociaciones internacionales. Todos ellos afectan la demanda, la oferta y el comercio mundial (2, 3).

La tendencia mundial, en cuanto a la mejora de los sistemas de producción de leche apunta hacia la tecnificación de los sistemas productivos utilizando herramientas que orienten si es viable económicamente la utilización del proceso utilizado (4), entre las direcciones de mejora se encuentran el empleo de la modelación mediante la programación lineal para establecer modelos matemáticos acorde a las características de la empresa, así como la simulación para conocer a partir de determinadas premisas productivas escenarios probables de comportamiento de las variables en la producción lechera (5).

La producción de leche en Ecuador mueve alrededor de 700 millones de dólares al año dentro de la cadena primaria. Mientras que, en toda la cadena, que incluye transporte, industrialización, comercialización, entre otros aspectos, se manejan más de 1 000 millones de dólares anuales (6-8). La producción lechera es uno de los sectores más importantes en cuanto a la generación de empleo en el sector agropecuario y en la economía del Ecuador, especialmente en la región andina. Más que 600 000 personas dependen directamente de la producción de leche, entre ellas muchas mujeres campesinas. Los productores de leche garantizan el autoabastecimiento del Ecuador y contribuyen fundamentalmente a la seguridad y soberanía alimentaria del país. La leche es el único producto tradicional que ha dado un ingreso relativamente seguro y creciente en los últimos años a los pequeños productores. Este desarrollo fue posible por una fuerte protección del mercado interno, por los aranceles máximos permitidos en el régimen de la Organización Mundial de Comercio (OMC), por el Sistema de Franja de Precios en la Comunidad Andina de Naciones (CAN) y por el control de las licencias de importación del Estado ecuatoriano (7,8).

La realidad del sector lechero de hace diez años no es la misma que la actual. A partir del año 2012 este sector inició la exportación de leche, manteniendo una tendencia creciente hasta la actualidad (8,9). Las exportaciones se realizan a Venezuela y Colombia. En la actualidad el sector trabaja en la búsqueda de nuevos mercados.

En la Sierra ecuatoriana se produce un 73 % de leche, en la Costa un 19 % y en la Amazonía 8 % (9). La provincia de Chimborazo es muy importante en la ganadería productora de leche. El sector agropecuario ocupa esta área geográfica, con más de 600 000 hectáreas que están dentro de todos los pisos ecológicos y ambientales; desde la máxima altura del Ecuador, hasta zonas tropicales y amazónicas. Es dueña de una gran diversidad intercultural, la cual ha sido impregnada

en muchas de las actividades agropecuarias (10).

Chimborazo está muy fragmentada en pequeñas Unidades de Producción Agropecuaria o UPAs. En el centro del país y en toda la sierra, se concentra la mayoría de parcelas menores de 5 hectáreas, es decir el minifundio (11). En la Zona 3 existen 208 556 UPAs, de las cuales el 59,7 % de los predios corresponden a pequeña agricultura campesina. La mayoría de UPAs del segmento de pequeña agricultura campesina (82 %) son predios de menos de 5 ha (11). En Chimborazo tan solo el 4 % son haciendas que sobrepasan las 20 ha. Esta estructura de producción es un problema para la producción industrializada, pues es muy difícil romper los métodos productivos campesinos de minifundio y alcanzar altas producciones. Ello refleja el peso de las pequeñas fincas productoras en la producción agropecuaria y de ahí la importancia de perfeccionar sus sistemas productivos.

En la región se produce leche tanto por aisladas importantes producciones empresariales como, de forma mayoritaria, por sistemas de muy bajos rendimientos por vaca o por hectárea, en pequeños minifundios ganaderos. En todos los cantones de la provincia se produce más de 430 000 litros diarios de leche cruda, que representa un 8 % de la producción nacional diaria, con un rendimiento de 6,7 litros por vaca por día (12).

Actualmente, en los países desarrollados, la producción promedio de litro por vaca es de alrededor de 25 (13), muy distante a lo logrado en Chimborazo, 6,7 litros por vaca por día (12) lo que evidencia que la producción local está muy lejos de estas cifras, señalando bajo aprovechamiento de los recursos potenciales disponibles, lo que está originado por múltiples factores de tipo tecnológico, cultural, manejo, financiero, etc. Para revertir esta situación se debe partir de un diagnóstico de los sistemas de producción lechera empleados en la región y a partir de los resultados que este arroje, emprender acciones de mejora. Los estudios de la producción lechera existentes están desactualizados o son dispersos, (5, 17, 19, 22) por lo que se presenta la necesidad de su materialización como paso previo para la aplicación de los adelantos tecnológicos en correspondencia con los problemas identificados. En consecuencia, la investigación tiene el objetivo de caracterizar los sistemas de producción lechera actuales en las pequeñas fincas productoras de leche en la provincia de Chimborazo para establecer la eficiencia de sus sistemas productivos, como paso inicial para la aplicación de métodos y modelos productivos avanzados que permitan su perfeccionamiento.

2. Materiales y Métodos

El estudio se realizó siguiendo las siguientes etapas:

- La revisión del estado del arte y el análisis de los factores que intervienen en el sistema productivo.
- Elaboración de los instrumentos para el estudio de campo.
- Aplicación del instrumento y el análisis e interpretación de los resultados del estudio de campo.

El análisis del arte sobre los sistemas de producción lechera en pequeñas unidades productivas (4,5,14-25) a nivel mundial y en la región alto andina en particular se realizó con el propósito de conocer otras experiencias publicadas, identificar las variables y factores que influyen en estos sistemas productivos y las formas de caracterizar las mismas. Para su realización se siguió la siguiente lógica: i) elaboración de la estructura temática inicial de la búsqueda, ii) revisión y detección de fuentes de información primarias confiable, iii) consulta y extracción de información de valor e, iv) integración y redacción en correspondencia con los objetivos y estructura predefinida. El análisis de la información sistematizada nos permitió precisar los elementos principales que

integran al sistema de producción de las pequeñas fincas lecheras, figura 1.

Dado que en la Zona 3 de Ecuador el 82 % de las UPAs son minifundios, predios de menos de 5 ha (11), una extensión de tierra insuficiente para garantizar una producción rentable bajo las condiciones locales, además, en Chimborazo solo el 4 % son haciendas que sobrepasan las 20 ha. En el trabajo se considera como pequeñas fincas productoras aquellas con un área entre las 5 y las 20 ha. En consecuencia, para el estudio, de forma intencional, se partió de considerar a las fincas con un área entre las 5 y las 20 hectáreas de extensión, dotadas de parcelas cercadas para el pastoreo, bodega e instalaciones para el ordeño mecánico y que se encontraran ubicadas a una altura entre 2500 a 3500 msnm, con una temperatura entre 5 a 15 grados Celsius, factores que definen, los productores de la región, como adecuados para obtener un buen potencial productivo. En tal virtud, fijados los rangos para la selección de los factores altura, temperaturas e instalaciones, se procedió a seleccionar fincas que cumplieran las condiciones previas fijadas para recabar información sobre las variables: raza, animales en producción, la dieta de los animales y la producción diaria total y por animal.



Figura 1. Factores que influyen en el sistema productivo de las pequeñas fincas lecheras.

Posteriormente, se precisó el universo de estudio, conformado por un total de 80 fincas productoras de leche de la Provincia de Chimborazo localizadas en zonas que cumplieran las condiciones de área de producción, temperatura y altura antes fijadas, en base a los criterios de selección siguientes:

- Los pastos seleccionados se cultivan normalmente en la región, donde está localizado el sitio experimental.
- Historial del sitio (es decir, pastos y complemento alimentario utilizado).
- La finca es representativa de las condiciones en las que los productores siembran los pastos.
- En las fincas se alimenta al ganado en condiciones similares.
- Las fincas tienen características similares en cuanto a extensión, altura (cuantos metros están sobre el nivel del mar) y temperaturas.
- Los propietarios de las fincas brindan información precisa.
- Las infraestructuras de las fincas tienen condiciones para el fin propuesto.

De las 80 fincas que se identificaron que cumplieran las condiciones previas antes establecidas, se seleccionaron al azar 10 de ellas. En este proceso como apoyo, se emplearon imágenes satelitales y mapas topográficos de la región. En la tabla 1 se relacionan las características generales de las

fincas seleccionadas para el estudio de caracterización, nombre, ubicación y área de producción. Como se observa el área está entre las 9 y las 15 hectáreas y están ubicadas en diferentes cantones de la provincia de Chimborazo.

Tabla 1. Información general de las fincas estudiadas.

Finca No.	Nombre	Localización
1	Finca "SAN PABLO ARIAS"	Sector peaje de San Andrés
2	Hacienda "HIDALGO"	Km 7 ½ vía Macas, comunidad Corazón de Jesús
3	Finca "LOS NOGALES"	Quimiag
4	Sin nombre	San Andrés-Chimborazo (a 1310 m del peaje)
5	Sin nombre	Chimborazo, Cantón Guano, Parroquia San Andrés, Sector Tuntatacto.
6	Granja "TOTORILLAS"	A 10 km del área urbana del cantón Guamote
7	Hacienda "IRON"	
8	Quinta "MICAELITA"	Cantón Chambo-Comunidad Titaicun
9	Hacienda "QUINTA EL BATÁN"	El Batán
10	Finca "LAS SILVANITAS"	Guamote Cebadas vía a Macas

Por último, se procesaron los datos obtenidos con la ayuda de hoja de cálculo Microsoft Excel. En este paso se determinaron los parámetros estadísticos media, rango y desviación estándar con el objetivo de caracterizar el estado de la producción lechera de las pequeñas fincas de Chimborazo, como paso inicial para la aplicación de métodos y modelos productivos avanzados que permitan su perfeccionamiento.

En la tabla 2 se ofrece la información de producción obtenida de cada finca: número de animales en producción, área de la finca, producción diaria de leche por vaca, por hectárea y total en la finca. Además, se relacionan los correspondientes parámetros estadísticos a saber: media, rango y desviación estándar. Entre tanto en la tabla 3 se consignan los resúmenes de la información colectada relacionada sobre los tipos de animales disponibles de cada finca y los alimentos que consumen. El análisis de los resultados consignados en las tablas 2 y 3 nos permitió hacer la siguiente interpretación:

- El número de animales en producción por hectárea promedio es de dos, observándose un aprovechamiento desigual del área disponible. Se encuentran fincas con sólo un animal por hectárea hasta las de 3,3 animales por hectárea. Este comportamiento se refleja en la producción de leche por hectárea, la que oscila entre 10 y 50 litros, estando el 50 % de las fincas por debajo de 25 litros de leche por hectárea. Es evidente la gran reserva que existe para incrementar la producción con la misma área que hoy está destinada a esta actividad. Si el comportamiento de las fincas analizadas es representativo de la región, entonces es posible duplicar la producción de leche en la misma área que hoy se destina a la ganadería en Chimborazo.
- La producción diaria de leche por vaca de las fincas estudiadas osciló entre los 5,6 hasta los 23,35 litros, lo que muestra una gran dispersión de este factor. El 20 % de las fincas alcanzan niveles de producción entre los 20 y 25 litros por vaca, similares a los de los países más avanzados en esta actividad, el 40 % de las fincas logran producciones entre los 15 y los 19 litros, resultados adecuados, entre tanto el 40 % produce entre 5 y 14 litros, lo cual es muy bajo. Lo que muestra que existen muchas reservas para el incremento de la producción, aumentando el nivel de litros por vaca.

- En las fincas coexisten tanto animales de las razas Jersey, Holstein, Brown Swiss como cruzados, F1 (resultado del cruce Jersey con Holstein) y mestizos, estos últimos con cruzamiento no precisos diferentes al del F1; todos los animales reciben el mismo tipo de alimentación independientemente de ser puros o cruzados.
- Las fincas que producen más de 20 litros por vaca tienen mayoritariamente animales Jersey y Holstein y alimentan al ganado con pastos Ray Grass, Trébol, Pasto Azul y Llantén, complementado con balanceados y otros productos.
- Para el caso de las producciones medias comprendidas entre 15 y 19 litros de leche por vaca, estas fincas tienen además de animales Jersey, Holstein, Brown Swiss, F1 y mestizos, entre tanto alimentan a los animales con pastos de diferentes tipos, potrero y complementos de diferente índole. En las fincas de baja producción no se observó una tendencia clara que relacione tipo de animal y alimentos con la producción.
- En función de lo visto, además de los factores raza y alimentos parece estar ejerciendo fuerte influencia en la producción factores de otro tipo como pueden ser: manejo de rebaño y dosificaciones de los alimentos, los cuales deben tenerse presente para el perfeccionamiento de estos sistemas de producción de leche,
- En general los pastos más utilizados en la región para alimentar al ganado son el Ray grass, trébol blanco, pasto azul y Alfalfa, el complemento principal es el Súper leche y como alimento adicional la sal mineral

Tabla 2. Datos de producción de las fincas estudiadas y sus parámetros estadísticos.

Finca no	Área de la finca	Animales en producción	Litros de leche por vaca día	Producción diaria de la finca	Animales en producción por hectáreas	Litros de leche por hectárea día
1	9	14	15,78	220,92	1,55	24
2	9	18	11,1	199,8	2	22
3	10	20	23,35	467	2	46
4	10	10	10	100	1	10
5	9	30	5,6	438	3,33	48
6	12	15	18	270	1,25	22
7	15	50	15,8	790	3,33	52
8	12	25	20,4	510	2,08	42
9	10	15	13,3	199,5	1,5	19
10	9	17	15,7	266,9	1,88	29
Media	10,5	21,4	14,903	346,212	1,73	31,4
Máximo	15	50	23,35	790	3,3	52
Mínimo	9	10	5,6	100	1	10
Desviación Estándar	1,96	11,57	5,17	204,98	0,46	14,43

Tabla 3. Tipo de ganado de cada finca y alimentación empleada.

Finca No.	Animales en producción		Alimentos empleados en las fincas	
	Tipo	% del total	Tipo	Descripción

1	Jersey	50	Tipo de Pasto	Trébol
	Holstein	36		Pasto azul
				Kikuyo
			Vitaminas	Cloruro de sodio
	F1	14		Calcio
				Amino-vit.
			Balanceados	Súper lechero Premium
				Super lech
	Brown Suiss	-		
	Mestizo	-	Alimentos adicionales	Sal mineral en polvo
				Hoja de maíz
2	Mestizo	100	Tipo de pasto	Alfalfa
				Potero
				Maleza
			Vitaminas	-
			Balanceados	-
			Alimentos Adicionales	Hoja de maíz
3	Jersey	45	Tipo de Pasto	Trébol
	Holstein	35		Pasto Azul
	Brown Suiss	20		Kikuyo
			Vitaminas	-
			Balanceados	Pronaca Super Lechero
			Alimentos adicionales	Melaza
			Sal mineral en polvo	
			Afrecho	
4	Mestizo	70	Tipo de pasto	Trébol blanco y Rojo
				Festuco
				Alfalfa
	Brown Swiss	20	Balanceados	Súper lechero Premium
	Jersey	10	Alimentos adicionales	Sal Mineral en polvo
				Melaza
5	Brown Swiss	63	Tipo de Pasto	Alfalfa
				Ray-grass
				Pasto azul perenne
				Llantén
				Trébol
				Nabo maleza
	Holstein	27	Vitaminas	Calcio
	Jersey	10	Balanceados	Súper lechero
			Alimentos adicionales	Sal mineral

				Afrecho
	Mestizo	13	Tipo de pasto	Trébol
				Pasto azul
				Alfalfa
6	Jersey	53	Vitaminas	Complejo B
	Mestizo	34		Vital fox, Vitamina AD3E
			Balanceados	Súper leche
			Alimentos adicionales	Sal Mineral
	Mestizo	100	Tipo de pasto	Alfalfa
				Raygrass
7				Pasto Azul, Llantén
			Vitaminas	-
			Balanceados	Súper leche
			Alimentos adicionales	Sal mineral
	Holstein	72	Tipo de pasto	Ray grass
				Trébol
8				Llantén
			Vitaminas	Calcio
	Jersey	28	Balanceados	Wayne
			Alimentos adicionales	Sal mineral
	Holstein	100	Tipo de pasto	Ray grass
				Trébol blanco
				Pasto azul
9				Alfalfa
				Avena
			Vitaminas	-
			Balanceados	Súper leche
			Alimentos adicionales	Sal mineral
	Holstein	100	Tipo de pasto	Trébol
				Pasto azul
				Alfalfa
				Calcha
10			Vitaminas	Complejo B
			Balanceado	Vital fox
				Vitamina AD3E
			Alimentos adicionales	Sal mineral

3. Conclusiones

Las fincas productoras de leche, estudiadas en la región de Chimborazo, representativas de las unidades productoras con áreas entre 9 y 15 hectáreas localizadas entre los 2 500 a 3 500 msnm, con una temperatura entre 5 y 15 °C se caracterizan por:

- Un aprovechamiento desigual del área de la finca, oscilando el número de animales por hectárea entre 1 y 3,3, lo cual se refleja en la producción de leche que es desde 10 a 50 litros por hectárea, indicador de grandes reservas para incrementar la producción con la misma área que hoy se destinan a esta actividad.
- Tener una producción diaria de leche por vaca de las fincas que oscila en un gran rango, desde los 5 a los 24 litros por animal en ordeño. Siendo alrededor del 50 % un comportamiento tendiente al de las producciones de países de avanzada en esta actividad a nivel mundial, sin embargo coexisten producciones con niveles de producción muy bajos con condiciones de alimentación, localización y temperatura similar a las primeras.
- En las fincas de producciones medias y bajas, independientemente de la innegable influencia de factores conocidos en la producción lechera como la raza y los alimentos, todo indica existencia de factores de tipo cultural y tecnológico que están afectando la producción como pueden ser: manejo de rebaño y dosificación de los alimentos, los cuales deben tenerse presente para el perfeccionamiento de estos sistemas de producciones de leche,
- En general los pastos más utilizados en la región para alimentar al ganado son el Ray grass, trébol blanco, pasto azul y Alfalfa, el complemento principal es el Súper leche y como alimento adicional la sal mineral. Entre tanto las razas de los animales en producción identificadas fueron la Jersey, Holstein, Brown Swiss, F1 y mestizos.

Referencias

1. Urdaneta, F. Peña, ME, González B, Casanova A, Cañas JA, Dios Palomares R. 2010. Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito en la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ XX* (6): 649-658.
2. Secretaría de economía. Dirección general de industrias básicas. Análisis del sector lácteo en México. http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf.
3. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). 2015. *Perspectivas alimentarias*.
4. Trueta, R. 2009. *Proyectos Ganaderos: Teoría y Práctica*. México: El Manual Moderno.
5. Moreno, A. 2001. *Análisis, programación y evaluación de fincas lecheras*. Turrialba: Catie.
6. Frank Brassel, Francisco Hidalgo. 2007. *Libre comercio y lácteos: la producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización*. Quito: SIPAE.
7. Rafael Vizcarra, Daniela Tapia. 2015. *La leche del Ecuador*. Quito: Efecto Studio.
8. Brassel, F., & Hidalgo, F. 2007. *La producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización*. Quito: SIPAE.
9. Juan Pablo Grijalva. 2017. *Actualidad ganadera*. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/noticias/ecuador-proyecta-incrementar-produccion-de-leche.html>
10. Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Chimborazo*. Ecuador. 493 p.
11. MAGAP. 2016. *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025. Parte II.*, (pág. 322). Q

12. La leche del Ecuador - Historia de la lechería ecuatoriana. 2015. Centro de la Industria Láctea del Ecuador, Efecto Studio, Quito.
13. Contexto Ganadero. Colombia. 2015. Disponible en: [www.contextoganadero.com /editorial/el-2015- 2015-ganadero](http://www.contextoganadero.com/editorial/el-2015-2015-ganadero).
14. Arevalo, F. 2008. Manual del Ganado lechero. Tercera edición: Editorial CEPRODAT. Riobamba-Ecuador.
15. Correa, H. 2005. Código de Buenas prácticas de producción de leche para Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
16. Dufumier, M. 2009. Importancia de la tipología de unidades de producción agrícola en el análisis de diagnóstico de realidades agrarias. Santiago: Rimisp.
17. Grijalva, J., F. Espinoza, M. Hidalgo. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador (1ª ed.). Quito: INIAP.
18. Martínez, P. Descripción y evaluación económica de los sistemas de producción: Pastoreo, semiestabulado y estabulado en una muestra de fincas lecheras asociadas a Dos Pinos de la Zona Norte. Costa Rica. 2007. Disponible en: http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2007.
19. Navarro, H. 2006. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Santiago: Ministerio de Agricultura.
20. Prokopenko, J. 1991. La Gestión de la Productividad. México: Limusa.
21. Ramírez, R. 2005. Nutrición de Rumiantes -Sistemas Extensivos. México: TRILLAS.
22. Requelme, N., N. Bonifaz. 2012. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. Rev. Ciencia de la Vida.
23. Salamca, A. 2010. Suplementación de minerales en la producción bovina. REDVET, 1 - 10.
24. SINAGAP. 2012. III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuario>

CLASIFICACIÓN ESPERMÁTICA EN EL TRACTO GENITAL BASADO EN LA MORFOMETRÍA DEL ESPERMATOZOIDE PORCINO

(SPERM CLASSIFICATION IN THE GENITAL TRACT BASED ON THE MORPHOMETRY OF PORCINE SPERMATOZOA)

N./ Duchi-Duchi (1), W./ Yáñez (1), P./ Toalombo-Vargas (1)*, E./Hernández(1), A./ Villafuerte –Gavilánez (1), J./ Trujillo-Villacís (1).

(1) Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador / Teléfono: 593(03) 2998-200 / Código Postal: EC060155

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

RESUMEN

En la Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, España, se evaluó la morfometría de los espermatozoides porcinos después de aplicarse inseminación artificial (IA) cervical y post-cervical, la valoración se realizó tanto en los reflujos a tiempos (0 a 15; 16 a 30 y; 31 a 60 minutos); y en lavados de diferentes tramos del aparato reproductor femenino (útero, oviductos y unión útero-tubárica, del lado derecho e izquierdo) obtenidas post cirugía. Se utilizaron 5 machos, las muestras fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones. Los resultados obtenidos determinan que la morfometría de los espermatozoides presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los reproductores. El tiempo de recolección influyó significativamente por cuanto las medidas morfométricas se reducen con respecto a la dosis original. De acuerdo al tipo de IA (cervical y post-cervical), se encontraron diferencias altamente significativas, con valores más altos después de la inseminación post-cervical. Las mayores longitudes de las colas fueron en las dosis originales (46,84 μm), a diferencia de los recolectados del lavado uterino (45,65 μm).

Palabras clave: Morfometría espermatozoides, inseminación cervical, inseminación post-cervical.

ABSTRACT

In the Faculty of Veterinary Medicine, University of Murcia, Spain, the morphometry of the spermatozoa was evaluated in the ebbs of bristles after artificial insemination (IA) (cervical and post-cervical implementation, was valued the time when the waters recede (0-15, 16-30 and 31-60 minutes) was collected. In addition, samples from washes of different sections of the female reproductive tract (uterus, fallopian tubes and utero-tubal, left and right side) obtained after surgery sows. To investigate employees 5 males, so that the samples were distributed under a completely randomized design with unequal number of repetitions. The results determined that sperm morphometry highly significant ($P < 0.01$), as a result of the males tested; also found differences statistical in the collected time because morphometric measurements are reduced with respect to the original dose sperm; by type of insemination (post-cervical and cervical) were found highly significant, the better value was after post-cervical insemination. Greater lengths were in the original dose (46,84 μm), unlike the uterine lavage collected (45,65 μm).

Key words: Morphometry spermatozoa, cervical insemination, post-cervical insemination.

1. Introducción

La fertilidad en mamíferos está ligada a la morfometría de los espermatozoides, y la presencia de espermatozoides anómalos se ha asociado con una baja fertilidad in vitro. De ahí que el estudio de la morfología es un componente importante en la evaluación de la calidad seminal. El “Manual de laboratorio para el análisis seminal” de la Organización Mundial de la Salud, (1), recomienda llevar a cabo la evaluación del porcentaje de espermatozoides con morfología normal puesto que, se ha demostrado que las muestras con una alta proporción de espermatozoides anormales presentan una baja fertilidad.

La fertilidad en mamíferos está ligada a la morfometría de los espermatozoides y la presencia de espermatozoides anómalos; lo cual se ha asociado con una baja fertilidad in vitro. De ahí que el estudio de la morfología es un componente importante en la evaluación de la calidad seminal, indicando el status fisiológico o patológico de la producción espermática, además que es un método seguro y económico de monitorizar las funciones del testículo, epidídimo y glándulas anejas, (21).

De este modo, se ha puesto de manifiesto que existe una clara asociación entre la estructura y la función en un espermatozoide. Por lo tanto, la evaluación de la morfología espermática debería emplearse como una de las principales herramientas para valorar la fertilidad de una muestra de semen, (2,3).

Por otra parte, la inseminación artificial consiste en la aplicación de dosis seminales en el aparato reproductivo de la hembra con el fin de obtener la mayor tasa de fecundación. Dicha inseminación puede ser cervical (tradicional), post cervical (IAPC), o intrauterina profunda (IAIUP) (4). En la tradicional la dosis se deposita en los primeros centímetros del cérvix, mientras que en la post cervical y en la intrauterina profunda se deposita en el útero, atravesando el cérvix mediante el uso de una sonda complementaria a la tradicional que deposita los espermatozoides, bien en el cuerpo del útero (post cervical), bien en el comienzo del cuerno uterino (intrauterina profunda), (5) pero por la particular anatomía del aparato reproductor de la cerda, que actúa como una barrera natural a través de sus criptas dificulta la llegada del semen al útero y facilita la expulsión de una gran parte de los espermatozoides mediante el reflujo, (3).

Por lo que se planteó, estudiar la selección espermática en el útero de la cerda basado en la morfometría del espermatozoide; obtenidos en los reflujos; y recolectados en diferentes secciones del aparato reproductor femenino, tras la inseminación artificial de las hembras (cervical vs. post-cervical), (6).

2. Materiales y métodos

En el Departamento de Fisiología de la Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, Murcia, España, se evaluó las características morfométricas de los espermatozoides presentes en los reflujos de las cerdas después de aplicarse la inseminación artificial para ser comparados con muestras de semen fresco, tomándose como factores de estudios independientes los cerdos empleados (5 animales), el tipo de IA (cervical y post-cervical), así como los diferentes tiempos en que se recolectó los reflujos (0 a 15, 16 a 30 y 31 a 60 minutos). Además, se analizaron muestras de lavados de diferentes tramos del aparato reproductor femenino (útero, oviductos y unión útero-tubárica, del lado derecho e izquierdo), obtenidas pos cirugía de cerdas inseminadas artificialmente 24 horas antes, por lo que las muestras fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones; el número de espermatozoides analizados de acuerdo al factor

de estudio se indican en él (Tabla 1).

Tabla 1. Número de espermatozoides analizados de acuerdo al factor de estudio.

Factor de estudio	Código	N° de espermatozoides analizados
Morfometría de la cabeza		
Reproductores		
N° 3276	M1	1036
N° 3104	M2	749
N° 3237	M3	900
N° 3223	M4	1151
N° 3245	M5	1655
Total		5491
Tipo de Inseminación		
Post-cervical	IAPC	3206
Cervical	IAC	2285
Total		5491
Tiempos de reflujo		
Dosis original	R1	782
Reflujo 0 - 15 min	R0-15	1200
Reflujo 16 - 30 min	R16-30	1859
Reflujo 31 a 60 min	R31-60	2432
Total		6273
Largo de la cola		
Dosis original	R1	1119
Reflujo 0 - 15 min	R0-15	1330
Reflujo 16 - 30 min	R16-30	1981
Reflujo 31 a 60 min	R31-60	2623
Lavado oviducto	LO	744
Lavado uterino	LU	25
Lavado útero-tubárica	LUT	176
Total		7998

Los resultados experimentales obtenidos fueron procesados en el paquete informático SPSS V 21.0 (SPSS Inc., Chicago Illinois, EEUU), en los que se realizaron los análisis de varianza con desigual número de repeticiones y la comparación de medias con la prueba de Tuckey.

Previo a la inseminación artificial se realizó un diagnóstico subjetivo para detectar los celos en la hembras a inseminar, luego se efectuó inseminaciones cervical y post-cervical, colocando bolsas de colostomía humana alrededor de la vulva de la cerda permitiendo que los reflujos se recolecten en las mismas en diferentes tiempos de 0 a 15 minutos, 16 a 30 minutos y de 31 a 60 minutos, que se recolectaron en tubos de ensayo con su respectiva identificación.

Además, se realizó la laparotomía en un quirófano experimental transcurridas 24 horas tras la

inseminación. Durante la cirugía se procedió al lavado del útero oviducto y unión útero-tubárica, para la recolección de los espermatozoides.

El análisis de la morfometría de la cabeza se realizó en un programa de software del módulo de morfometría del analizador de semen “ISAS” (Sistema integrado de análisis de semen), del que se obtuvieron los datos de longitud, anchura, área, perímetro, elipticidad, rugosidad, elongación y regularidad de la cabeza de los espermatozoides porcinos. El analizador se encuentra adaptado a un microscopio Nikon Eclipse E200.

El análisis de la cola (longitud), se realizó en un programa de software de calibración “ImageJ”, que transforma medidas de píxeles a micras.

3. Resultados y discusión

3.1 Morfometría de los espermatozoides de diferentes reproductores

Longitud de la cabeza, μm

La longitud de la cabeza de los espermatozoides presentaron diferencias altamente significativas por efecto de los cerdos de los cuales provenían, por cuanto los valores encontrados variaron entre 8,56 y 9,30 μm , que corresponden a los cerdos N° 3245 y N° 3104, que son los casos extremos (Tabla 2). Los resultados señalados comparados con otras investigaciones guardan relación en su mayoría (7), observaron una media de $8,50 \pm 1,12 \mu\text{m}$ en cerdos jóvenes y de fertilidad comprobada (8), determinaron que los espermatozoides provenientes de cerdos mayores de 18 meses de edad presentaron una longitud 8,84 μm y en cerdos menores de 18 meses de edad, 8,95 μm . La longitud del espermatozoide tiene gran importancia (9), reporta que aquellos espermatozoides con cabezas más pequeñas y elongadas nadan más rápido teniendo así más posibilidades de fecundar el ovocito. (10).

Tabla 2. Comparación de las características morfometría de espermatozoides de diferentes reproductores obtenidos en reflujos a diferentes tiempos, después de la inseminación artificial.

	Identificación del reproductor (N°)					E.E.	Prob.
	3276	3104	3237	3223	3245		
Cabeza							
Longitud, μm	9,241	b 9,302	a 9,019	d 9,151	c 8,563	e 0,006	0,000
Ancho, μm	4,333	c 4,419	b 4,408	b 4,552	a 3,945	d 0,004	0,000
Área, μm^2	34,370	b 35,132	a 33,889	c 35,200	a 29,152	d 0,043	0,000
Perímetro, μm	24,784	b 25,061	a 24,310	c 24,756	b 22,945	d 0,016	0,000
Elipticidad	2,136	b 2,108	c 2,049	d 2,013	e 2,174	a 0,002	0,000
Rugosidad	0,704	b 0,704	b 0,721	a 0,722	a 0,696	c 0,000	0,000
Elongación, μm	0,362	b 0,356	c 0,344	d 0,336	e 0,369	a 0,000	0,000
Regularidad	0,916	c 0,919	b 0,922	b 0,930	a 0,911	d 0,000	0,000
Cola							
Largo, μm	45,872	c 46,269	b 45,824	c 46,781	a 45,626	d 0,020	0,000

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

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.

Ancho de la cabeza, μm

Los anchos de las cabezas de los espermatozoides fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,01$), presentando los menores valores los provenientes del cerdo N° 3245, con un ancho de $3,95 \mu\text{m}$, a diferencia de los obtenidos de los cerdos N° 3104 y N° 3223 que midieron $4,42$ y $4,55 \mu\text{m}$, respectivamente (Fig. 1), que demuestra que entre estos animales puede existir diferencias en su fertilidad, ya que como se anotó, el tamaño de la cabeza tiene relación con la fertilidad, por cuanto los espermatozoides con cabeza pequeña tiene una mayor movilidad.(11) y (12).

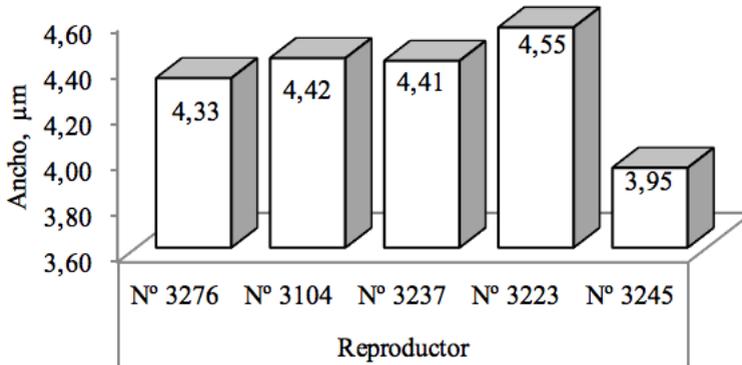


Fig. 1. Ancho de la cabeza (μm), de los espermatozoides de diferentes reproductores porcinos.

Los valores determinados presentan pequeñas variaciones con varios estudios realizados (7), quienes reportaron una media de $4,62 \pm 0,95 \mu\text{m}$; (13), observó dimensiones de ancho $4,0 \pm 0,17 \mu\text{m}$; (8), determinaron que los espermatozoides provenientes de cerdos mayores de 18 meses de edad presentan un ancho $4,32 \pm 0,009 \mu\text{m}$ y en cerdos menores de 18 meses de edad, $4,44 \pm 0,005 \mu\text{m}$; y, (14), al evaluar 5.683 espermatozoides de semen recién recolectado determinó que sus cabezas tenían un ancho de $4,23 \pm 0,003 \mu\text{m}$.

Área de la cabeza, μm^2

Las dimensiones del área de las cabezas de los espermatozoides presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por cuanto estas fluctuaron entre $29,15$ y $35,20 \mu\text{m}^2$, que corresponden a los de los cerdos N° 3245 y N° 3223, en su orden, siendo importante recalcar en que los espermatozoides con mayor longitud y área de la cabeza son los que tienen bajos valores de velocidad lineal y progresiva, lo que afectaría los índices de fertilidad, (15). Sin embargo de las variaciones en los resultados obtenidos, estos concuerdan con (16), quienes manifiesta que en verracos de alta tasa de no retorno ($>86\%$), los espermatozoides presentan un área de la cabeza de $35,1 \pm 0,02 \mu\text{m}^2$, (13), determinaron un área de $27,5 \pm 1,12 \mu\text{m}^2$; y, (14), establecieron que en el semen recién recolectado el área de la cabeza del espermatozoide fue de $31,30 \pm 0,04 \mu\text{m}^2$; por lo que se considera que las dimensiones establecidas de los espermatozoides en el presente trabajo, están dentro de los parámetros considerados para un semen de alta fertilidad.

Perímetro de la cabeza, μm

Las respuestas del perímetro de las cabezas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por cuanto se encontraron perímetros desde $22,95 \mu\text{m}$ en el semen del reproductor N°

3245 a 25,06 μm en los provenientes del cerdo N° 3104, por lo que estos guardan relación con el reporte de (14), quienes determinaron en 5,683 espermatozoides un perímetro de $22,36 \pm 0,02$ μm , en cambio, son inferiores respecto a (17), quienes establecieron en 1037 espermatozoides que el perímetro de la cabeza es de $29,54 + 1,98$ μm , por lo que base a estas diferencias se puede indicar que el tamaño de la cabeza espermática pueden ser la causa de grandes diferencias en la hidrodinámica del espermatozoide (18).

Elípticidad de la cabeza

Al evaluar la elípticidad de la cabeza de los espermatozoides se observaron variaciones altamente significativas ($P < 0,001$), con valores máximos de 2,05 en los espermatozoides provenientes del macho N°3237 hasta un mínimo de 2,01 del reproductor N° 3223, lo que demuestran que el largo del espermatozoide es dos veces que el ancho, es decir la elípticidad muestra una forma alargada y no redondeada, comportamiento que ratifica lo señalado (19), que señala que la elípticidad de la cabeza de los espermatozoides presenta valores de 2,01 a 2,02, siendo la forma elíptica característica de los espermatozoides.

Rugosidad de la cabeza

La valoración de la rugosidad de las cabezas de los espermatozoides registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por cuanto los espermatozoides de los cerdos N° 3276, N° 3104 y N° 3245 fueron de 0,70, mientras que en los cerdos N° 3237 y N° 3223 fueron de 0,72 lo que determina que hay diferencias espermáticas entre animales, aunque estas respuestas guardan relación con el reporte de, (20), quien determinó que la cabeza del espermatozoide de verraco tiene una rugosidad de $0,71 + 0,02$, no existiendo otros estudios que evalúen esta característica, ya que según, (2), diversas técnicas han sido empleadas en el estudio sobre la morfometría del espermatozoide en animales, sin embargo en las especies ovina y porcina no ha sido posible realizar el análisis morfométrico utilizando las técnicas actuales.

Elongación de la cabeza

La elongación, de la cabeza de los espermatozoides fueron diferentes estadísticamente ($p < 0,01$), registrándose valores desde 0,34 en los reproductores N° 3237 y N°3223, que se elevó a 0,36 en los espermatozoides de los cerdos N° 3276 y N°3104, y a 0,37 en el reproductor N°3245. Tomando como referencia el estudio de, (20), quien encontró que la cabeza del espermatozoide de verraco tiene una elongación de $0,34 + 0,02$, mientras que, (14), determinaron en 11,098 espermatozoides de semen recién recolectado, una elongación de $0,32 \pm 0,0005$, resultados que son menores a los determinados en el presente trabajo, lo que demuestra que el semen utilizado presenta un alto índice de fertilidad, una mayor elongación de la cabeza mejora la eficiencia hidrodinámica de las células disminuyendo la resistencia que se opone al medio en el que nadan hasta encontrar el óvulo.

Regularidad de la cabeza

La regularidad, es el parámetro que relaciona el largo, ancho y área con la finalidad de definir si el cuerpo se aproxima a una forma geométrica no arbitraria, es decir, lo menos irregular posible, (28), por lo que las respuestas determinadas mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), a pesar de que numéricamente son semejantes, por cuanto los valores encontrados fluctuaron entre 0,91 en las cabezas de los espermatozoides del macho N°3245 a 0,93 del reproductor N°3223, valor que se asemeja al reportado por, (28), quien encontró que la cabeza del espermatozoide de verraco tiene una regularidad de $0,93 + 0,01$.

Largo de la cola, μm

La longitud de la cola de los espermatozoides fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,01$), presentando la cola más larga los espermatozoides del cerdo N°3223 con una longitud de 46,78 μm , seguidos de los espermatozoides del reproductor N° 3104 con 46,27 μm , mientras que los de menor longitud fueron en los espermatozoides del cerdo N° 3245 con 45,63 μm , valores que concuerdan con (24), quienes señalan que en el verraco, la longitud total de la cola del espermatozoide es de 43 μm y está conformada por tres secciones: la pieza media tiene una longitud de 10 μm , la pieza principal 30 μm y la pieza terminal 3 μm .

Morfometría de los espermatozoides según el tipo de inseminación

Los resultados del análisis morfométrico de los espermatozoides recolectados de los reflujos post inseminación artificial realizadas a nivel cervical y post-cervical se reportan en la Tabla 3, donde se observa que existen diferencias altamente significativas en todos los parámetros considerados, presentando las respuestas más altas los espermatozoides recolectados tras la inseminación post-cervical, con relación a la inseminación a nivel cervical como se señalan a continuación en las dimensiones de la cabeza: con longitudes de 9,05 frente a 8,90 μm , en el ancho fueron de 4,30 vs 4,27 μm , áreas de 33,33 y 32, 57 μm^2 y perímetros de 24,33 y 23,98 μm , en su orden, siendo necesario indicar en estos parámetros lo que señalaron (15), en que los espermatozoides con mayor longitud y área de la cabeza son los que tienen bajos valores de velocidad lineal y progresiva, lo que afectaría los índices de fertilidad. (23)

Con respecto a las características elipticidad, elongación y regularidad, se mantiene la misma tendencia, es decir respuestas más altas en los espermatozoides correspondientes a la inseminación post-cervical, aunque estas numéricamente parecerían iguales, ya que la elipticidad de las cabezas fueron de 2,11 y 2,09, la elongación de 0,357 vs 0,352 y una regularidad de 0,919 y 0,918, en cambio que en la rugosidad fueron de 0,710 con la inseminación cervical frente a 0,707 de la inseminación post-cervical, con el mismo comportamiento en la longitud de las colas, registrándose valores de 45,93 y 46,06 μm , cuando se aplicó las inseminaciones cervical y post-cervical, respectivamente; por lo que en base a estas respuestas se puede indicar que en las características morfométricas de los espermatozoides tiene influencia el tipo de inseminación aplicada, que en lo posterior estará representando ventajas, (22), señaló que cuando se aplica la inseminación cervical se requiere de dosis de 90 ml, mientras que en la post-cervical de 30 mL, existiendo una reducción del volumen de la dosis y de número de espermatozoides por dosis, lo que propiciará una mayor utilización de verracos genéticamente superiores.

Tabla 3. Características de la morfometría de espermatozoides obtenidos en reflujos a diferentes tiempos, por efecto del tipo de inseminación artificial (cervical vs. post-cervical).

	Tipo de inseminación				E.E.	Prob.
	Post-cervical		Cervical			
Cabeza						
Longitud, μm	9,055	a	8,898	b	0,006	0,000
Ancho, μm	4,300	a	4,266	b	0,004	0,000
Área, μm^2	33,330	a	32,528	b	0,043	0,000
Perímetro, μm	24,332	a	23,977	b	0,016	0,000
Elipticidad	2,112	a	2,093	b	0,002	0,000

Rugosidad	0,707	b	0,710	a	0,000	0,000
Elongación, μm	0,357	a	0,352	b	0,000	0,000
Regularidad	0,919	a	0,918	b	0,000	0,000
Cola						
Largo, μm	45,93	b	46,06	a	0,020	0,001

E.E.: Error estándar.

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

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.

3.2 Morfometría de los espermatozoides en los reflujos a diferentes tiempos.

Longitud de la cabeza, μm

La longitud de la cabeza presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los tiempos del reflujo, por cuanto se estableció que la longitud de la cabeza del espermatozoide es mayor en el semen fresco (9,18 μm), pero a medida que el tiempo transcurre en la recogida del reflujo esta se va reduciendo, por cuanto hasta los 15 minutos fue de 9,00 μm , de 16 a 30 minutos de 8,99 μm y entre los 31 a 60 minutos de 8,98 μm de longitud (Tabla 4), sin embargo estos resultados concuerdan con los reportados por (7), quienes observaron una media de 8,50 \pm 1,12 μm , así como con (8), que determinaron que los espermatozoides presentaron una longitud entre 8,84 y 8,95 μm .

Ancho de la cabeza, μm

El ancho de la cabeza de los espermatozoides presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), que determinan que a mayor tiempo para la recolección de los espermatozoides, el ancho de la cabeza se reduce, por cuanto en el semen fresco o dosis original el ancho de cabeza fue de 4,42 μm , a los 15 minutos de 4,33 μm , a los 30 minutos de 4,28 μm y de los 31 a 60 minutos de 4,27 μm , valores que son inferiores respecto a trabajo de, (7), quienes reportaron una media de 4,62 \pm 0,95 μm , pero son superiores con relación al estudio de, (13), quienes encontraron dimensiones de ancho de 4,0 \pm 0,17 μm , sin embargo demuestran que la longitud se reduce en función del tiempo de recolección.

Tabla 4. Morfometría de espermatozoides obtenidos en reflujos a diferentes tiempos después de la inseminación artificial (cervical vs. post-cervical).

	Tiempos de recolección del reflujo				E.E.	Prob.				
	R1	R0-15	R16-30	R31-60						
Cabeza										
Longitud, μm	9,182	a	9,004	b	8,994	b	8,979	b	0,0060	0,000
Ancho, μm	4,419	a	4,328	b	4,278	c	4,272	c	0,0036	0,000
Area, μm^2	34,527	a	33,268	b	32,994	bc	32,864	c	0,0392	0,000
Perímetro, μm	24,653	a	24,288	b	24,191	bc	24,127	c	0,0144	0,000
Elipticidad	2,082	b	2,087	b	2,109	a	2,108	a	0,0016	0,000

R1: Dosis original.

R0-15: Reflujo 0 - 15 min.

R16-30: Reflujo 16 - 30 min.

R31-60: Reflujo 31 a 60 min.

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

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey

Área de la cabeza, μm^2

Las áreas de las cabezas de los espermatozoides presentaron diferencias altamente significativas ($P<0,01$), determinándose de igual manera que ésta se reduce en función del tiempo transcurrido para su recolección, por cuanto de $34,53 \mu\text{m}^2$ en los espermatozoides de la dosis original, esta se reduce hasta $32,86 \mu\text{m}^2$ cuando se recolectó entre los 31 a 60 minutos pos inseminación artificial, resultados que se aproximan a los señalados por, (16), quienes indica que los espermatozoides de los verracos presentan un área de cabeza de $35,1\pm 0,02 \mu\text{m}^2$, pero guardan relación con los trabajos de (14), que establecieron en el semen recién recolectado espermatozoide con una área de cabeza de $31,30\pm 0,04 \mu\text{m}^2$; y, (17), hallaron un área de $33,48\pm 3,26 \mu\text{m}^2$, por lo que se considera que los espermatozoides del presente trabajo, sean considerados de alta fertilidad.

Perímetro de la cabeza, μm

Los perímetros de las cabezas difieren estadísticamente ($P<0,01$), por cuanto las dimensiones de los espermatozoides variaron entre $24,13$ y $24,65 \mu\text{m}$, que pertenecen a los reflujos recolectados de los 31 a 60 minutos y los de las dosis originales; valores que son más altos que los que encontró, (14); quienes al estudiar 5683 espermatozoides de semen recién recolectado, determinaron un perímetro de $22,36\pm 0,02 \mu\text{m}$; pero son inferiores respecto a, (17); quienes establecieron en 1037 espermatozoides que el perímetro de la cabeza es de $29,54\pm 1,98 \mu\text{m}$, sin embargo debe tomarse en cuenta el reporte de, (16), que señalan que los machos que presentaban en sus eyaculados espermatozoides con cabezas más grandes eran menos fértiles que aquellos machos que presentaban espermatozoides con cabezas pequeñas.

Elipticidad de la cabeza

A diferencia de los parámetros anteriores, la elipticidad de las cabezas de los espermatozoides al contrario de reducirse, esta característica se incrementa en función del tiempo de recolección, por cuanto estos variaron de 2,08 en los espermatozoides de la dosis inicial a 2,11 cuando se recolectaron entre 16 a 60 minutos pos inseminación, existiendo diferencias altamente significativas entre estos valores, pero que sin embargo en todos los casos muestran una forma alargada y no redondeada (por ser más largos que anchos), que comparados con el reporte de, (19), se consideran que estas medidas son mayores, por cuanto este investigador indica que la elipticidad de la cabeza de los espermatozoides presenta valores de 2,01 a 2,02. (26)

Largo de la cola, μm

Las longitudes de las colas de los espermatozoides por efecto de los diferentes tiempos en que se recolectó los reflujos (0 a 15, 16 a 30 y 31 a 60 minutos), así como de los lavados de diferentes tramos del aparato reproductor femenino (útero, oviductos y unión útero-tubárica) obtenidas por cirugía de cerdas inseminadas artificialmente 24 horas antes (Tabla 5), presentaron diferencias altamente significativas ($P<0,01$); presentando las mayores longitudes de colas los espermatozoides de las dosis originales, así como de los obtenidos en los reflujos hasta los 15 minutos, que presentaron valores de $46,84$ y $46,41 \mu\text{m}$, respectivamente; por el contrario, las colas menos largas se determinaron en los espermatozoides recolectados del lavado uterino así como del lavado útero-tubárica, con longitudes de $45,65$ y $45,87 \mu\text{m}$, en su orden, (Fig. 2); lo que demuestra que la cola de los espermatozoides sufren cambios considerables desde la condición inicial o semen fresco hasta cuándo se ha mantenido en el tracto femenino, sin conocerse las causas de por qué se reducen su cola; sin embargo de que se considera que el espermatozoide mantiene su capacidad fecundante. (27). Las respuestas encontradas tienden a ser superiores a los valores determinados por, (29), quienes señalan que en el verraco, la longitud total de la cola del espermatozoide es de $43 \mu\text{m}$, se observa en el (Fig. 19), aunque, (30), reportan que una cola más larga permite al

espermatozoide generar más empuje, pero la resistencia creada por la cabeza del espermatozoide es frecuentemente como para contrarrestar dicha ventaja con relación a los espermatozoides que tengan cola pequeña.

Tabla 5. Largo de la cola de espermatozoides obtenidos en reflujos a diferentes tiempos y en varias secciones del aparato reproductor femenino, después de la inseminación artificial (cervical vs. post-cervical).

Tratamiento	Media	
Dosis original	46,8373	A
Reflujo 0 - 15 min	46,4120	Ab
Reflujo 16 - 30 min	46,0187	Bcd
Reflujo 31 a 60 min	45,8309	Cd
Lavado oviducto	46,2161	Bc
Lavado uterino	45,6476	D
Lavado útero-tubárica	45,8691	Cd
Error estándar	0,0162	
Prob.	0,0000	

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

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.

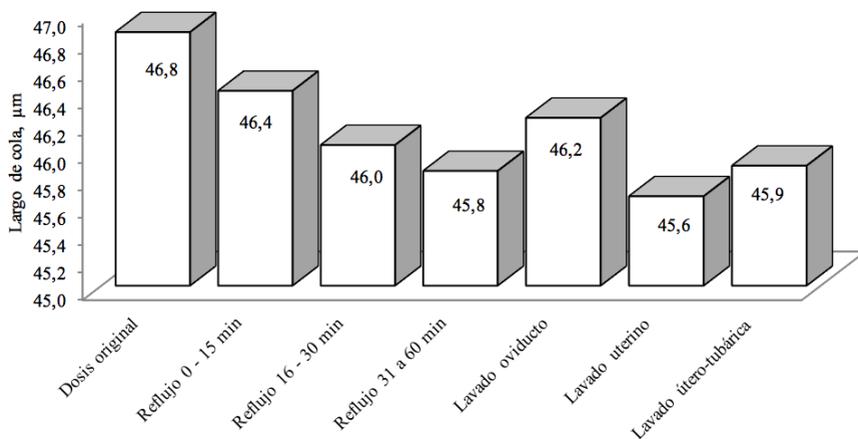


Fig. 2. Longitud de cola (µm), de los espermatozoides por efecto de la recolección en diferentes tiempos del reflujo post inseminación y de los lavados de diferentes tramos del aparato reproductor femenino.

4. Conclusiones y recomendaciones

La morfometría de los espermatozoides sufrieron cambios estadísticos por efecto de los reproductores evaluados, presentando cabezas con menores dimensiones en longitud (8,56 µm), ancho (3,95 µm), área (29,15 µm²), perímetro (22,95 µm) y cola (45,63 µm), los espermatozoides del

cerdo N° 3245, ya que sus menores dimensiones incrementan los índices de fertilidad, por cuanto los espermatozoides con cabeza pequeña tiene una mayor movilidad. De igual manera, presentó espermatozoides con mejor elipticidad (2,17), mayor elongación (0,37) y menor rugosidad (0,70). Por efecto de la inseminación artificial realizadas a nivel cervical y post-cervical se encontró que existen diferencias altamente significativas en todos los parámetros considerados, presentando respuestas más altas los espermatozoides recolectados tras la inseminación post-cervical, con relación a la inseminación a nivel cervical.

El tiempo de recolección del reflujo pos inseminación influyo estadísticamente en los parámetros morfométricos, determinándose que a medida que el tiempo transcurre en la recogida del reflujo, las medidas morfométricas se reducen con respecto a la dosis original (semen fresco), así las dimensiones de las cabezas comparadas con los reflujo entre 31 y 60 minutos fueron: en la longitud de 9,18 y 8,98 μm , ancho 4,42 vs 4,27 μm , área 34,53 μm^2 frente a 32,86 μm^2 y perímetro de 24,65 y 24,13 μm , respectivamente.

Las longitudes de las colas de los espermatozoides por efecto de la recolección en diferentes tiempos del reflujo post inseminación y de los lavados de diferentes tramos del aparato reproductor femenino, presentaron diferencias estadísticas, siendo mayores longitudes en los espermatozoides de las dosis originales (46,84 μm), a diferencia de los recolectados del lavado uterino (45,65 μm). Las recomendaciones que se pueden que se pueden realizar son las siguientes:

Emplear el semen del reproductor N° 3245, por presentar menores dimensiones de las cabezas de los espermatozoides, pero que se considera como ventaja, ya que los espermatozoides con cabeza pequeña tienen una mayor movilidad y posiblemente mejores índices de fertilidad.

Aplicar la inseminación artificial post-cervical, por cuanto propicia una reducción del volumen de la dosis y de número de espermatozoides/dosis, y propiciará una mayor utilización de verracos genéticamente superiores, a pesar de que las dimensiones de los espermatozoides recolectados presentan mayores dimensiones que con la inseminación cervical; pero, en ambos casos, se consideran que los espermatozoides tienen un alto poder fecundante.

Replicar el presente trabajo en el Ecuador, para poder determinar las características morfométricas de los espermatozoides de los cerdos que se utilizan como reproductores en las diferentes explotaciones porcícolas, para crear una base científica y poder establecer si estos tienen una relación directa con la fertilidad de las cerdas.

Agradecimientos

Agradecimiento a la Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, España, al Dr. Ángel Poto Remacha, Ph.D, por las facilidades presentadas en el trabajo.

Referencias

1. Auger J. 2010. Assessing human sperm morphology: top models, underdogs or biometrics? Asian J Androl;12. pp 36-46.
2. Castillo V. Desarrollo de un método de referencia basado en el método isas y análisis de imágenes para la evaluación morfométrica del acrosoma del espermatozoide en la especie ovina. [Tesis de grado]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, España. 2012.
3. World Health Organization. Who. Laboratory Manual for the Examination of Human Semen and Sperm-Cervical Mucus Interaction, 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1999
4. Casas I., Sancho S., Briz M., Pinart E, Bonet S. 2010. Fertility alter post-cervical artificial insemination with cryopreserved sperm from boar ejaculates of good and poor freezability. Anim Reprod Sci 118: 69-76.

5. Gadea J. 2005. Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenology* 63: 431-444.
6. Amann R, SCHANBACHER B. 1983. Physiology male reproduction. *J. Anim. Sci.* 57, Suppl. 2: 380-403
7. Thurston L, Watson P, Mileham A., Holt W. 2001. Morphologically distinct sperm subpopulations defined by fourier shape descriptors in fresh ejaculates correlate with variation in boar semen quality following cryopreservation. *J Androl* 22: 382-394.
8. Quintero A., González D., Garde J., Estesó M., Fernández M., Carvalho M, et al. 2009. Valoración morfométrica de la cabeza del espermatozoide de cerdo doméstico según su edad. *Revista Científica, FCV-LUZ.* XIX (2): 153-158
9. Maroto A. Evaluación objetiva de la morfometría de los espermatozoides de ovino (*Ovis aries*). Relaciones con la fertilidad. [Tesis Doctoral]. Albacete: Universidad De Castilla-La Mancha. 2012.
10. De Alba C. La inseminación intrauterina en cerdos: beneficios y riesgos. [Internet]. 2011. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4348202>.
11. Broekhuijse M., Šoštarić E., Feitsma H, Gadella B. 2012. The value of microscopic semen motility assessment at collection for a commercial artificial insemination center, a retrospective study on 73 factors explaining variation in pig fertility. *Theriogenology* 77(7): 1466-1479
12. Buzón A. Análisis cinético y morfométrico del espermatozoide del caballo empleando el sistema Sperm Class Analyzer. [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba; 2013.
13. Peña F, Saravia F, García M, Núñez I, Tapia J, Johannisson A, et al. 2005. Identification of sperm morphometric subpopulations in two different portions of the boar ejaculate and its relation to postthaw quality. *J Androl* 26: 716-723.
14. Morales B, Quintero C, Osorio, J, Rubio G. 2012. Valoración de la biometría de la cabeza del espermatozoide mediante análisis computarizado en semen de cerdo recién colectado y refrigerado. [Tesis Doctoral]. Maracaibo: Universidad del Zulia; 2012.
15. Gil M., García M., Barón F, Aparicio I, Santos A, García L. 2009. Morphometry of porcine spermatozoa and its functional significance in relation with the motility parameters in fresh semen. *Theriogenology* 71: 154-163.
16. Hirai M, Boersma A, Hoefflich A, Wolf E, Foll J, Aumülle, T, et al. 2001. Objectively measured sperm motility and sperm head morphometry in boars (*Sus scrofa*): relation to fertility and seminal plasma growth factors. *J Androl* 22: 104-110.
17. González D, Quintero J, Garde M, Estesó M, Fernández, J, Rubio W, et al. 2008. Caracterización morfométrica de la cabeza del espermatozoide porcino mediante análisis computarizado (resultados preliminares). *Revista Científica, FCV-LUZ.* XVIII 5: 570-577.
18. Gomendio M, Roldan E. 2008. Implications of diversity in sperm size and function for sperm competition and fertility. *Int J Dev Biol* 52: 439-447.
19. Hidalgo M. Estudio del efecto de la congelación-descongelación sobre los parámetros morfométricos del espermatozoide de macho cabrío. [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba; 2004.
20. Tejerina F. . Valoración mediante imágenes digitales del semen descongelado de verraco. [Tesis Doctoral]. León: Universidad de León; 2007.
21. Humeco J. 2014. Morfología espermática.
22. Gil J. 2007. Inseminación artificial en porcino según el punto de deposición de la dosis seminal. Disponible en: http://www.3tres3.com/losexpertos-opinan/inseminacion-artificial-en-porcino-segun-el-punto-de-deposicion_1973/
23. Álvarez C. Análisis integrado de la morfología y movilidad espermática humana con el uso del Sperm Class Analyser. [Tesis Doctoral]. Valencia: Universidad de Valencia; 2003.

24. Luño V, Matas C. Cambios en el espermatozoide desde la eyaculación hasta la fecundación. [Tesis Doctoral]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2010.
25. González, D. Evaluación de los parámetros morfométricos de los espermatozoides como herramienta para determinar la calidad seminal de machos porcinos. Maracaibo: Universidad del Zulia; 2008.
26. Hoflack G, Rijsselaere T, Maes D, Dewulf J, Opsomer G, De Kruif A, et, al. 2005. Validation and usefulness of the Sperm Quality Analyzer (SQA-IIC) for bull semen analysis. *Reprod. Dom. Anim.* 40: 237-244.
27. Hung Y, Ling L, Hwa S, Shuh T. 2010. Age-related changes in semen quality characteristics and expectations of reproductive longevity in Duroc boars. *Animal Science Journal*. Vol. 81: 432-437.
28. Evangelista O. Caracterización morfométrica de los espermatozoides en alpacas macho (Vicuña pacos) de fertilidad comprobada. [Tesis de Grado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
29. Luño, V. Y Matas, C. Cambios en el espermatozoide desde la eyaculación hasta la fecundación. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en <http://www.um.es/grupo-fisiovet>. 2010.
30. HUMPHRIES, S., EVANS, J. AND SIMMONS, L. Sperm competition: linking form to function. *BMC Evolutionary Biology* 2008, 8:319 25 NOV 2008. Disponible en <http://www.agencia-sinc.es/Noticias/El-tamano-de- los-espermatozoides-no-es-lo-mas-importante>; 2008.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS AGROCADENAS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

LINES OF ACTION FOR THE STRENGTHENING OF AGROCADENAS IN THE PROVINCE OF CHIMBORAZO

C. Cevallos (1), D. Sánchez (2)*, J. Sánchez(3)*

- (1) Doctorante programa Espoch – Universidad de la Havana . e-mail: ccevallos@gmail.com
 (2) Esc. Contabilidad y Auditoría Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
 (3) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

*Correspondencia. Tel.: 0984025015, Fax: 032941307, E-mail: carolina.sanchez@espoch.edu.ec (D., Sánchez)

RESUMEN

En el caso de Chimborazo con una zona rural mayoritariamente montañosa dedicada a cultivos transitorios, con medianas posibilidades de acceso al agua, bajo nivel tecnológico, población rural envejecida debido a la emigración a las ciudades, bajo nivel educacional y poca cultura de negocios, no es posible hablar de posibilidades de encadenamientos, mucho menos de Agro cadenas. Este trabajo investigativo propende plantear líneas de acción que permitan un camino razonable hacia el estado deseado del encadenamiento productivo, según se ha planteado en esta investigación se hace necesario un fortalecimiento institucional sistémico donde el equilibrio entre gobernanza y gobernabilidad jueguen un papel decisivo para que puedan articularse convenientemente y sistemáticamente las políticas públicas y poder operacionalizar su accionar a partir de actores locales con el apoyo de los órganos de gobierno territoriales.

Palabras clave: Encadenamientos, Agro cadenas, Chimborazo, Ecuador

SUMMARY

In the case of Chimborazo with a predominantly mountainous rural area dedicated to transitional crops, with medium possibilities of access to water, low technological level, rural population aged due to emigration to cities, low educational level and little business culture, is not Possible to speak of possibilities of chains, much less Agro chains. This research proposes to propose lines of action that allow a reasonable path towards the desired state of the productive chain, as it has been proposed in this research it is necessary a systemic institutional strengthening where the balance between governance and governance play a decisive role so that they can be articulated Conveniently and systematically the public policies and to be able to operationalize its action from local actors with the support of the territorial governing.

Keywords: Chains, Agro cadenas, Chimborazo, Ecuador

1. Introducción

Si se analiza el desarrollo económico territorial como el resultado de los procesos de encadenamientos productivos vinculados a cada sector y su entorno sectorial, conformado por sus proveedores de insumos, bienes de capital, transformación, logística, distribución, comercialización y reciclaje, se establece que existen otras conexiones importantes que conciernen al contexto social

e institucional, el marco regulatorio y jurídico, el ecosistema en el que se realiza su actividad y la dotación de recursos humanos calificados que delimitan los grados de libertad que inciden de manera significativa en la competitividad del territorio.

El desarrollo de un grupo empresarial está influenciado no sólo por las empresas y sus relaciones, sino por un conjunto de variables relacionadas con las características de la comunidad. En este enfoque, orientado al “desarrollo económico territorial”; los factores económicos juegan un rol importante que se completan con otros menos específicos, como, por ejemplo, la dotación de infraestructuras básicas y especializadas, la existencia de instituciones de apoyo y de centros de servicio a la producción. Al estudiar las Agrocadenas y el desarrollo económico territorial, se puede deducir que a más de las variables antes mencionadas existen otras que permiten el equilibrio del desarrollo económico territorial en su conjunto, entre ellas se cuentan: Dimensión Desarrollo Institucional – Político - Cultural, Dimensión Desarrollo Económico – Financiero – Tecnológico, Dimensión Desarrollo Humano y Dimensión Desarrollo Sustentable. En sintonía con lo anterior, esta investigación tiene como objetivo buscar una articulación entre las políticas públicas y el desarrollo económico territorial, a través del establecimiento de líneas de acción que fortalezcan las Agrocadenas, buscando de esta manera un camino razonable hacia el estado deseado del encañamiento productivo donde los principales beneficiados sean los sectores rurales.

1.1- Dimensiones del Desarrollo económico territorial

1.1.1 Dimensión: Desarrollo Institucional – Político - Cultural.

1.1.1.1 Infraestructura básica existente (agua, electricidad, alcantarillado, telefonía, carreteras, transporte).- La infraestructura es considerada por varios autores, como una característica o un factor, existente o no, gracias a la dotación exógena o endógena de sus autoridades y organizaciones (ONG) que cumplen con esta función; investigadores del desarrollo territorial, industrial, medioambiental, económico, productivo coinciden en estudiar a la infraestructura como parte fundamental del desarrollo. Alburquerque (1999), Alburquerque (2008), CEPAL (2014).

1.1.1.2 Infraestructura para atención a las Agrocadenas (centros de acopio, centros de transformación, comercializadoras).- La importancia de que el agricultor disponga de infraestructura productiva, una infraestructura especializada, orientada exclusivamente para las Agrocadenas, es considerado como un factor de alto impacto e influyen sobre el resultado de ser considerado de orden nacional o internacional; a que los países puedan alcanzar un mayor grado de especialización productiva y desarrollar ventajas competitivas en los mercados regionales y globales. Este tema ha sido estudiado por OEA (1984), FAO (1997), FAO (2009).

1.1.1.3 Estado de los proveedores de insumos. - El proceso productivo está compuesto por varias etapas; los insumos son de vital importancia y dentro de la producción agrícola se relacionan directamente con los proveedores de semillas, proveedores de productos fitosanitarios y fertilizantes. Cohan L. (2009), Cohan L. (2011)

Respecto a la semilla, como lo indica Terenti (2004) las principales cualidades son: calidad genética, calidad sanitaria, calidad fisiológica y calidad física, cada una de ellas con sus respectivas características específicas.

Los fertilizantes y productos fitosanitarios para fines de esta investigación se les sub clasifica en productos orgánicos y productos químicos, los primeros en respuesta a las exigencias de los consumidores que desean productos más saludables y para proponer formas sostenibles de gestión de los recursos naturales, compartiendo con lo expuesto con López D. (2010).

1.1.1.4 Desarrollo de los canales de distribución. - Diez de Castro (1999), explica que la distribución, al ser una variable estratégica, que la empresa que fabrica los productos no la puede controlar y que el precio de venta al consumidor de un producto es resultado de su interacción, es de gran importancia. En el caso de los productos agrícolas se presenta un caso extremo de precios, cuando llega al consumidor la distribución incide en dos o tres veces el precio pagado al productor. Es necesario indicar que todo productor tiene dos alternativas para hacer llegar un producto al consumidor, la primera es por canales de distribución establecidos y la segunda es crear nuevos canales por sus propios medios.

1.1.1.5 Situación de la cultura emprendedora local. - Se puede llamar cultura emprendedora al conjunto de habilidades, conocimientos, cualidades que con iniciativa y acción permiten a una persona u organización gestionar un proyecto concreto, como lo explican EOI (2016) y Martínez (2008). Al igual que lo expuesto por Carmenza et al (2009) al indicar que algunos de los componentes de la cultura emprendedora son: el cambio y la innovación, para alcanzar la competitividad.

1.1.1.6 Existencia de Alianzas (público- privadas y privadas- privadas).- El conformar nuevas entidades que agrupan varias instituciones y organizaciones podría ser considerado como una de las máximas expresiones de la conformación de alianzas, ya que no solo servirá para intercambios informales, buscar y compartir información y recursos, sino dentro de sus objetivos se encontrará el facilitar la inserción de pequeños, medianos y grandes productores en Agrocadenas, dando la oportunidad de enfrentar de mejor manera las características propias de un mercado, fuentes de financiamiento, construcción y uso de infraestructura, innovación tecnológica, reforzar la capacidad institucional y lograr superar los retos de la globalización de actividades económicas, resumiendo lo dicho por FAO (2006), CEPAL(2008) Y Sotomayor et al (2011).

1.1.2 Dimensión: Desarrollo Humano.

1.1.2.1 Marco legal del empleo en las Agrocadenas. - Aunque la agricultura es una actividad donde el empleo familiar es preponderante, se deben tener en cuenta las leyes que regulan la contratación de personal que laborará en la Agrocadena, aunque siempre es necesario generar marcos regulatorios, leyes, programas específicos, instrumentos de políticas diferenciadas, como lo indica FAO (2012).

1.1.2.2 Recurso Humano.- La competitividad de un sector es el resultado de todos los factores que se conjugan en el territorio, el recurso humano ha sido y será uno de sus principales determinantes, la globalización y las condiciones económicas del presente siglo exigen un mayor grado de capacitación y la gerencia profesionalizada, como lo indica FAO/AGST/UNAM/GIRA (2012); Como las organizaciones están conformadas por personas, para lograr sus objetivos y su misión, a la vez que para las personas, las organizaciones son el medio para alcanzar varios objetivos personales, por lo que la empresa debe aprovechar las características de su personal, sus habilidades intelectuales y competitivas; recíprocamente las personas deben entregar la capacidad de conquistar, y de mantener sus empleos en la organización. Chiavenato (2002).

1.1.2.3 Asistencia Técnica para el desarrollo empresarial enfocado a las Agrocadenas.- Según El enfoque del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA (2010) es el fortalecer las capacidades institucionales y/o territoriales, a partir de la focalización de la coo-

peración técnica, armonizada y alineada con las políticas y prioridades nacionales o sectoriales, observando que se encuentra coordinadas con las políticas nacionales que se enfocan en el Plan Nacional del Buen Vivir. El objetivo de la asistencia técnica para el desarrollo empresarial de las Agrocademas es el dotar de técnicas de organización y gestión de los agronegocios, para lograr una mayor competitividad a través del mejoramiento de los modelos de organización y gestión, para acceder a mejores oportunidades de negocio, como lo indica Errea (2011).

1.1.3 Dimensión: Desarrollo Económico –Financiero – Tecnológico.

1.1.3.1 Asignación de Recursos no reembolsables.- Se encuentran constituidas por donaciones, o fondos no reembolsables a programas de cooperación técnica, también pueden ser programas de financiamiento de recuperación contingente, que se reembolsan únicamente si el programa obtiene un financiamiento adicional BID(2017), cada organismo tiene sus propias políticas para la asignación de recursos, por ejemplo, para hacerse acreedores de fondos no reembolsables o donaciones del Fondo Multilateral de Inversiones, se necesita que los organismos privados sean organizaciones no gubernamentales, asociaciones sectoriales, cámaras de comercio, organizaciones similares, pero no pueden ser entidades con fines de lucro. FOMIN (2006).

1.1.3.2 Capital propio. - Es aquel capital compuesto por los bienes y dinero que una persona tiene fuera del giro de un negocio, estos recursos propios podrían permitir el iniciar Agrocademas sin necesidad de solicitar créditos o buscar otras fuentes de financiamiento. Las principales fuentes de capital son: los ahorros personales, dinero de familia y amigos, inversionistas privados, socios, capital/fondos de riesgo; se debe recalcar que generalmente quienes ubican ese dinero, compartirán el riesgo del negocio, en muchos casos pasan a ser accionistas de la Agrocadena. Baqueiro (2010)

1.1.3.3 Acceso a créditos dirigidos a las Agrocademas. - Cuando el productor no dispone de capital propio o fuentes de capital, acude a fuentes de deuda, cuyo dinero recibirá un interés, sin importarle el resultado del negocio es decir si el negocio en un periodo genera una pérdida o ganancia; las principales fuentes de deuda son: Bancos, créditos comerciales, compañías financieras, empresas de microcrédito. Baqueiro (2010)

1.1.3.4 Organizaciones que brindan asistencia técnica en la producción. - Anteriormente, la asistencia técnica era brindada únicamente por organismos gubernamentales y por ONGs dedicadas a esta actividad, en la actualidad a más de estos organismos, existen experiencias que orienta a incrementar los métodos de colaboración entre los propios agricultores porque rinden resultados muy positivos. También se ha motivado a que se proceda a contratar servicios de asistencia técnica, logrando que los proveedores de servicios tiendan a permanecer en la zona cuando participan en actividades productivas conjuntas con quienes los contratan, según el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola - FIDA (2004).

1.1.3.5 Investigación + Desarrollo enfocado a las Agrocademas.- Para fortalecer la capacidad tecnológica y científica de un territorio, se necesita disponer de las capacidades necesarias para crear conocimiento y alcanzar su incorporación en la producción no es algo inmediato, al contrario es un proceso que requiere decisiones de largo plazo, se requiere la vinculación de los centros que generan I+D y el sector productivo; añadiendo la innovación como el proceso que transporta a una mejor posición competitiva de los productores y organizaciones alcanzando la generación e incorporación de nuevas tecnologías y conocimientos de distinto tipo. La innovación va rela-

cionada con todas las actividades inmersas en una organización; como se refiere la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2012 acerca de ese tema.

1.1.3.6 Agro cadenas en experimentación.- Los centros de investigación disponen de fincas experimentales donde se generan nuevos conocimientos y nuevos productos a ser aplicados en los procesos o eslabones de las cadenas Agro cadenas, la experimentación se realiza con varios objetivos, el principal es lograr productos con nuevas características físicas y químicas; otro objetivo es establecer parcelas de experimentación, demostrativas, de transferencia y de validación utilizadas por organizaciones para su capacitación y asistencia técnica, como lo indica FAO (2011).

1.1.3.7 Sistema fiscal favorable a las Agro cadenas. - Aunque todos los países han legislado leyes que apoyan la inversión interna y extranjera, un problema de desconocimiento de las mismas hace que no se vea plasmado el espíritu de esas leyes en el territorio, es necesario identificar cual es la realidad de esta variable, para coordinar con las instituciones públicas y privadas dedicadas al área fiscal y tributaria, para aprovechar las ventajas y cumplir con las obligaciones.

1.2 Dimensión: Desarrollo Sustentable

1.2.1 Manejo de residuos aplicando el Reciclaje. - Es necesario conocer si existen propuestas de reciclaje de los desechos sólidos y líquidos generados en los procesos propios de la producción y de las Agro cadenas, ya que en muchos casos los plásticos son depositados en el medio circundante y los desechos tóxicos son difuminados directamente a través de los sistemas de alcantarillado o por percolación a las quebradas y ríos para combinarse con el sistema hídrico de la zona. Tal como lo detalla Moncada M. (2006).

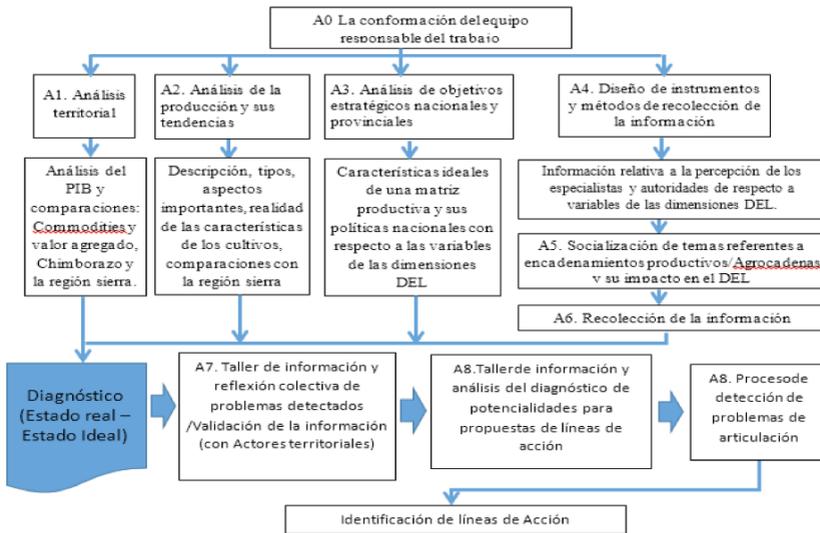
1.2.2 Estado de la calidad del Ecosistema medioambiental del territorio.- Dentro de los 17 objetivos para cambiar nuestro mundo incentivados por las Naciones unidas, el número 12 es el garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, que significa, hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida; explicado detalladamente en Naciones Unidas (2017).

Otro concepto de la producción y el consumo sostenibles se definen como la “producción y uso de bienes y servicios que responden a las necesidades básicas y aporta una mejor calidad de vida, mientras minimiza el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desechos y contaminantes sobre todo el ciclo de vida de los bienes y servicios. Así, no pone en riesgo la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras”

2. Materiales y Métodos

En los primeros momentos, la investigación tenía un enfoque eminentemente cuantitativo, dado que el estudio se basaba en el análisis del encadenamiento productivo en la provincia de Chimborazo, como fue avanzando el proceso investigativo, al enfoque inicial se añadió el cualitativo, debido a la propuesta metodológica y a su alcance exploratorio y descriptivo, adicionalmente la aplicación del método Delphi, como técnica prospectiva de interacción, sistemática e interactiva incluyó la participación de un grupo de expertos.

Figura 1. Lógica de investigación para el diagnóstico



Fuente: Elaboración propia

3. Resultados

Tabla. 1. El resultado de este proceso investigativo son las líneas de acción detalladas a continuación.

Problemas detectados	Entidad Ejecutora	Línea de acción	Responsables de su aplicación
Limitados y escasos cursos de capacitación en temas de emprendimiento y Agrocadenas	Instituciones de formación y capacitación de recursos humanos, Instituciones adscritas al Gobierno.	Relación permanente de las universidades y los productores	Centros de formación, universidades y productores;
Entidades gubernamentales y privadas.		Articulación entre los distintos niveles de gobierno para que exista más capacitación en temas de Agrocadenas	
Ausencia de involucramiento en el proceso productivo		Socialización de la normativa existente para los encadenamientos productivos.	
		Mayor difusión de la oferta de servicios empresariales.	
		Capacitación continua acerca del Plan de Buen Vivir.	
Limitado trabajo conjunto de la universidad y los productores		Trabajar con escuelas y colegios en programas de forestación y agricultura orgánica.	

Desconocimiento de los productores acerca de las entidades que investigan	Instituciones de desarrollo tecnológico	Procesos de transferencia de tecnología (buenas prácticas)	Asociaciones de productores, Instituciones de investigación, centros de estudio superior, colegios.
		Asociaciones de productores, Instituciones de investigación, centros de estudio superior, colegios.	
		Asignar recursos para la investigación en el desarrollo de Agro-cadenas	
		Articular los productores con entidades de investigación agropecuaria como el INIAP y certificadoras como BCS	
Limitada capacitación en temas tributarios y medioambientales, relacionados con asunto agropecuarios.	Instituciones reguladoras	Capacitación relacionada con los incentivos tributarios aplicados a los productores que cumplen con las obligaciones establecidas.	SRI, MAGAP, Ministerio del Ambiente , Instituto de Economía Popular y solidaria, Superintendencia de Control del Poder de Mercado, productores
		SRI, MAGAP, Ministerio del Ambiente , Instituto de Economía Popular y solidaria, Superintendencia de Control del Poder de Mercado, productores	
		Articular con los entes gubernamentales para que se cree conciencia sobre la importancia del reciclaje, beneficios y sanciones.	
		Trabajar en conjunto tanto lo tributario, la agricultura y el Ambiente	

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión.

Este trabajo investigativo, inicia con tres reuniones preparativas con los encargados de fomento productivo de Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (GADPCh), Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales del Ecuador – Chimborazo (CONAGOPARECh) y el CONAGOPARECh y Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca - Chimborazo (MAGAPCh), donde se realiza el primer análisis y descripción de las variables que se relacionan con las dimensiones del Desarrollo Económico Local, a partir de este insumo investigativo, se procede a realizar el análisis cuantitativo y cualitativo de los datos obtenidos en : Censo poblacional 2010 y sus proyecciones, Objetivos e índices del Plan Nacional del Buen Vivir e informes del Banco Central del Ecuador (BCE), así como las Bases de datos de síntesis, “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC, Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) ESPAC”, del periodo comprendido entre el año 2002 al año 2015; esta información es compartida en los diferentes eventos académicos con técnicos de las diferentes instituciones nombradas anteriormente, donde, a más de aplicar un constructo investigativo, se enfoca la determinación de posibles soluciones a los problemas detectados con respecto a cada una de las variables; para concluir con la investigación se realiza un evento con la participación de 41 autoridades y técnicos pertenecientes a: GADPCh, CONAGOPARECh, MAGAPCh, UNIVER-

SIDAD - UNACH, AGROCALIDAD, Instituto Ecuatoriano de Economía Popular y Solidaria - Chimborazo, Agencia para el desarrollo de Chimborazo CRECER y Asociaciones de Productores. Evento del cual se presenta los resultados del epígrafe 3.

5 Conclusiones:

- Al ser las agrocadenas una estructura donde convergen tanto actividades técnicas como económicas es importante la articulación interinstitucional que a través de acciones estratégicas beneficien a los agricultores especialmente de los sectores rurales.
- Las entidades responsables de las diferentes acciones pueden ser divididas en, instituciones de formación y capacitación de recursos humanos, instituciones adscritas al gobierno, instituciones de desarrollo tecnológico, instituciones reguladoras.
- Algunas de las organizaciones e instituciones consideradas como actores territoriales y que deberían trabajar articuladamente para lograr un Desarrollo Económico Local son: Centros de formación, universidades y productores; Entidades gubernamentales y privadas. Asociaciones de productores, Instituciones de investigación, centros de estudio superior, colegios. SRI, MAGAP, Ministerio del Ambiente, Instituto de Economía Popular y solidaria, Superintendencia de Control del Poder de Mercado, productores.

Referencias

- Alburquerque, F. y M. Dini, (2008) “Guía de aprendizaje sobre integración productiva y desarrollo económico territorial”, Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo (Washington DC) e Instituto de Desarrollo Regional, Fundación Universitaria, Universidad de Sevilla, España, 2008.
- Alburquerque, F. (1999) & Diputación de Barcelona: “Manual del agente de desarrollo Local”, Manuales Ediciones Sur, Santiago de Chile, 1999.
- CEPAL (2014), “Prospectiva y política pública para el cambio estructural en América Latina y el Caribe”, Javier Medina Vásquez, Santiago de Chile, septiembre de 2014
- Alonso A. (2013), “La economía regional y los problemas del desarrollo territorial. Consideraciones para Cuba”, (Tesis de Doctorado), Facultad de Economía, Universidad de la Habana, La Habana
- Díaz L.(2011), “Evaluación del desarrollo sostenible para ecosistemas de montaña”, (Tesis de Doctorado), Facultad de Economía, Universidad de la Habana, La Habana
- OEA (1984) “PLAN DE DESARROLLO REGION I” Washington DC, web <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea60s/begin.htm> consultado 11/02/2007
- FAO (1997), “The state of food and agriculture-1997”, Roma
- FAO (2009), “AGRO-INDUSTRIES FOR DEVELOPMENT” Roma
- Cohan L. y R. Costa (2009), “10 years of Value Added in the Argentine Wheat Value Chain”, VII International Pensa Conference “Economic Crisis: Food, Fiber and Bioenergy chains”, San Pablo, Brazil.
- Cohan L. y R. Costa (2011), “Panorama general de las nuevas formas de organización del agro: las principales cadenas agroalimentarias”, Santiago de Chile, Octubre de 2011
- Terenti O.”Calidad de semilla, qué implica y cómo evaluarla”, web http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_artificiales/27-calidad_semillas.pdf, consultado 12-02-2017
- Lopez D. y Llorente M. (2010) “La agroecología: hacia un nuevo modelo agrario”, Ecologistas en Acción, marzo 2010.

- Diez de Castro E.C. (1999), “Distribucion Comercial”, 2º Edicion, Editorial Mc Graw Hill, 1999
- EOI, ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL, Cultura emprendedora en Proyectos de negocio, España, 2016 web: http://www.eoi.es/wiki/index.php/Cultura_emprendedora_en_Proyectos_de_negocio, consultado 12-02-2017
- Martínez F. (2008), “Análisis de competencias emprendedoras del alumnado de las Escuelas Taller y Casas de Oficios en Andalucía. Primera fase de diseño de programas educativos para el desarrollo de la cultura emprendedora entre los jóvenes”, (Tesis de Doctorado), Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Granada
- Carmenza G. et al. (2009), “Contribuciones a la Administración”, Universidad autónoma de Manizales, Manizales, pp. 39-45 descargado <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010a/658/658.zip>, consultado 12-02-2017
- FAO (2006), “Alianzas Productivas en Agrocadenas Experiencias de la FAO en América Latina”, Silvia Piñones Vázquez, Luis Alejandro Acosta Ávila, Florence Tartanac, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile, 2006
- CEPAL (2008) “La transformación productiva 20 años después”, Santiago de Chile, Mayo de 2008 pp:247-305
- Sotomayor, O. et al. (2011), “Competitividad, sostenibilidad e inclusión social en la agricultura: Nuevas direcciones en el diseño de políticas en América Latina y el Caribe”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Santiago de Chile, 2011
- FAO (2012), “Agricultura Familiar en America Latina y el Caribe 2012 - 2015”, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile, Marzo de 2012
- FAO/AGST/UNAM/GIRA (2012), Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria (AGST), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (GIRA) “Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe”, Informe de la Reunión de Expertos Pátzcuaro, Michoacán (México) 25-28 de noviembre de 2002, Roma 2004
- Chiavenato I. (2002) “Gestión del Talento Humano”, Editorial McGrawHill, Colombia.
- Errea E. et al. (2011), “Transformaciones en el agro uruguayo Nuevas instituciones y modelos de organización empresarial”, Programa de Agronegocios, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Católica del Uruguay, Montevideo, 2011
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID (2017), “Donaciones” web: <http://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/financiamiento-del-bid/donaciones,6039.html>, revisado 13-02-2017
- Fondo Multilateral de Inversiones FOMIN (2006) “Red ecuatoriana de proyectos FOMIN: Una experiencia de la red virtual de proyectos FOMIN - descargado de: <https://publications.iadb.org/handle/11319/1006?locale-attribute=en#sthash.IRHfqqpX.dpuf>, consultado 13-02-2017
- Baqueiro (2010), “Fuentes de financiamiento”, descargado de: catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/baqueiro_1_cr/capitulo3.pdf, consultado 13/02/2017
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA (2004), “Documento sobre oportunidades estratégicas nacionales”, Roma, abril de 2004.
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2012, “Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social”, Madrid, España
- FAO (2011), “Buenas Prácticas en el manejo de Extensión en América Central”, Roma.
- Moncada M. (2006), “Flores y flujos de materiales”, Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 4: 17-28, descargada de ww.redibec.org/IVO/rev4_02.pdf revisada 14-02-2017
- Naciones Unidas (2017), “Objetivos para transformar nuestro mundo”, web consultada: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/> revisada 14-02-2017

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS CALIFORNIA- NOS, ALIMENTADOS CON DIETAS BASADAS EN HARINA DE FO- LLAJE DE DOS LEGUMINOSAS

(LEUCAENA LEUCOCEPHALA Y VIGNA UNGUICULATA) Y DOS AMI-
LÁCEAS (MANIHOT ESCULENTA E IPOMOEA BATATAS)

Zambrano Patricia¹, Usca Julio², Flores Luis³, López Julio⁴

¹ Docente de la Escuela Superior Politécnica de Manabí; marypatt1982@hotmail.com

² Docente de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; juscamendez@yahoo.es

³ Docente de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; lflores@
epoch.edu.ec

⁴ Investigador Agropecuario, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias; julio.lopez@
iniap.gob.ec

RESUMEN

Se evaluaron diferentes dietas elaboradas con harina de follaje de dos especies de leguminosas: Leucaena (*Leucaena leucocephala*), fréjol caupí (*Vigna unguiculata*) y dos amiláceas: yuca (*Manihot esculenta*) y camote (*Ipomoea batatas*); para determinar el porcentaje más adecuado en la alimentación de conejos californianos. Se utilizaron niveles de 10; 20 y 30% en dietas balanceadas; para ello se utilizaron 39 conejos de la raza Californianos de engorde en jaulas individuales y se distribuyeron de acuerdo al tipo de follaje. Los resultados que se obtuvieron fueron analizados mediante ADEVA y los promedios se compararon mediante la prueba de Tukey al 5%. La ganancia diaria de peso fue superior en los animales que recibieron dietas suplementadas con follaje de leucaena; la conversión alimenticia fue mejor para leucaena 30 % y el grupo testigo. El nivel de inclusión al 10 % afectó positivamente a las variables consumo, rendimiento y peso de la canal, presentando diferencias significativas ($P>0,05$); los niveles de inclusión al 20 y 30 % son iguales estadísticamente; lo que permite sugerir la incorporación de hasta el 10 % de estos recursos forrajeros en dietas balanceadas para conejos de engorde. En la composición química de la carne de conejo, se encontró que el porcentaje de proteína más alto fue del tratamiento leucaena 30 %. En la relación beneficio costo la ración con yuca al 30 % obtuvo menor precio \$ 8.11 y la más costosa fue la del grupo testigo \$19.11; sin embargo, obtuvo el mayor peso a la canal. Los follajes probados en esta investigación han demostrado que tienen cantidades digeribles de energía y proteína, por ello presentan un interesante potencial nutritivo y se constituyen en ingredientes utilizables para la formulación de dietas de conejos, lo que permite obtener un mejor rendimiento a la canal de los animales que las consumen.

Palabras clave: análisis bromatológicos, alimentación, conversión alimenticia, niveles de inclusión, proteína.

ABSTRACT

Leucaena (*Leucaena leucocephala*), cowpea bean (*Vigna unguiculata*) and two amylaceous: different diets made with flour foliage of two legume species were evaluated cassava (*Manihot esculenta*) and sweet potato (*Ipomoea batatas*); to determine the most appropriate percentage in feeding rabbits Californians. 10 levels was used, 20 and 30% in balanced diets; for this 39 rabbits breed Californians fattening in individual cages were used and distributed according to the type of foliage. The results obtained were analyzed using ANOVA and means were compared

by Tukey test at 5%. The daily weight gain was higher in animals fed diets supplemented with leucaena; FCR was better for leucaena 30% and the control group. The inclusion level of 10% positively affected the consumption variables, performance and carcass weight, showing a significant difference ($P > 0.05$); inclusion levels 20 and 30% are statistically equal; suggest allowing the incorporation of up to 10% of these forage resources in balanced diets for fattening rabbits. In the chemical composition of rabbit meat, it was found that the highest percentage of protein treatment was 30% leucaena. In the cost benefit ration with 30% cassava it earned \$ 8.11 lower price and the most expensive was \$ 19.11 in the control group; however he obtained greater weight to the channel. Tested in this investigation foliages have shown they have digestible amounts of energy and protein, thus present an interesting nutritional potential and constitute usable for the formulation of diets of rabbits ingredients, allowing for better performance to channel the animals that consume them.

Key words: feed conversion, food, inclusion levels, nutrition analyzes, protein

1. Introducción

En la provincia de Manabí es posible observar con gran preocupación la escasez, cada vez mayor, de alimento forrajero para animales en épocas de verano y de invierno, pues la ausencia de lluvias, es el común denominador de las sequías; como la que se atravesó en el mes de febrero del presente año, en el que ya existen animales muertos [1]; a pesar de todos los esfuerzos que realice el estado si no existen alimentos es imposible que los animales conserven una nutrición adecuada.

Por esto es importante tener en cuenta que en toda explotación animal la mayor inversión está representada por el costo de alimentación [2], se invierte de un 48 a 60% en insumos alimenticios; para disminuir este costo es mejor sustituir parte del alimento balanceado comercial por materias primas arbóreas convencionales presentes en el medio ambiente donde van a desarrollarse los animales, teniendo en cuenta la producción de biomasa forrajera de cada uno de los insumos estudiados, como:

- Leucaena: 1 468.7 kg/ms/ha, como lo mencionan Aldana, et. al.,2010. [3] en su estudio realizado en México.
- Fréjol Caupí: según, Sarria, et al., 2010. [4], indican que el fréjol tiene una alta y fácil producción de biomasa de 3 000 a 8000 kg/ms/ha.
- Camote: Vásquez, et.al.,2007. [5] comentan que la producción forrajera del camote es de 5 690 kg/ms/ha, en la variedad copela.
- Yuca: Preston, et. al.,sf. [6] manifiesta que una densidad de 10 000 plantas de yuca sembradas produce un total de alrededor de 3 821 kg/ms/ha.

Con estos antecedentes, es evidente que en la provincia se consume carne con bajo contenido nutricional y que es necesario implementar nuevas fuentes de proteína como la carne de conejo. Sin embargo, la carne de conejo en el Ecuador, sólo ha tenido aceptación en el mercado de la región sierra, según el Censo Agropecuario del año 2 000 en toda esta región existe una población de 511 838 según el INEC & MAGAP, 2000 [7]. Sin embargo en las costas manabitas no es consumida la carne de conejo y para el año 2000 INEC & MAGAP, 2000 [7] muestran una población de 743 conejos; actualmente la constante migración de personas de la sierra hace que su demanda haya incrementado.

La investigación crea la alternativa de alimentación para los conejos; además de su factibilidad para ser usada por los ganaderos, que pueden aplicar este tipo de suplemento a los animales en

producción de leche o carne, apoyando a la soberanía alimentaria del país.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en la finca "El Cerrito", ubicada en la provincia de Manabí, cantón Rocafuerte, sitio El Cerrito; el clima de este cantón como lo indica el Gobierno Autónomo de Rocafuerte, 2014. [8] "es tropical con una temperatura entre los 20°C y 26°C con humedades relativas del 80 % las precipitaciones medias anuales son de 163,2 mm"; durante el desarrollo de la investigación la temperatura del galpón fue de 26° C.

La investigación tuvo una duración de 90 días, tiempo en el cual se realizó la respectiva suplementación alimenticia a los conejos, donde se evaluó: la Ganancia de peso, Consumo de Forraje, Consumo Total de Alimento, Conversión Alimenticia, Peso a la Canal, Rendimiento a la canal, Análisis de la Composición Química de la carne y el Beneficio Costo; con la finalidad de medir el comportamiento biológico y productivo de los animales.

Se estudiaron cuatro dietas que contenían follaje de leucaena (*Leucaena leucocephala*), fréjol caupí (*Vigna unguiculata*), camote (*Ipomoea batatas*) y yuca (*Manihot esculenta*). Las edades de corte de los follajes de camote y yuca fue de seis meses, el fréjol caupí se recolectó a los dos meses de siembra y en lo que respecta a leucaena se tomaron arbustos de la zona que tienen alrededor de un año de vida (2 a 3 m de altura).

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron 39 conejos machos de la raza Californiano de 45 días, y con un peso promedio de 0.752 kg, los mismos que fueron alojados de manera individual en jaulas de 0.50 m de largo x 0.40 m de ancho x 0.40 m de alto. Se trabajó bajo un Diseño Completamente al Azar, con tres repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de un animal, con la aplicación de diseño de grupos y para estimar la diferencia entre los tratamientos se trabajó con la prueba de Tukey al 0.05 y al 0.01 de significancia.

En lo que se refiere al suministro alimenticio los semovientes recibieron 100 g diarios del alimento formulado con la harina de los follajes anteriormente como también recibieron zanahoria amarilla y forraje verde (pasto Saboya) para todos los grupos y se complementaba con el suministro de 500 ml de agua por animal y por día.

La composición de las raciones alimenticias formuladas a base de las distintas harinas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Composición de las raciones alimenticias a base de harina de follaje de leucaena, harina de follaje de fréjol, harina de follaje de camote y harina de follaje de yuca

Ingrediente	Leuc 10 %	Leuc 20 %	Leuc 30 %	Frejol 10 %	Frejol 20 %	Frejol 30 %	Camo 10 %	Camo 20 %	Camo 30 %	Yuca 10 %	Yuca 20 %	Yuca 30 %
Máiz	32.0	28.0	25.0	30.5	29.0	25.0	30.0	26.0	22.0	28.0	26.0	22.0
Soya 45 %	11.0	10.0	14.0	10.5	10.0	10.0	17.0	7.0	10.0	14.0	9.0	12.0
Afrecho	10.0	6.0	7.0	9.0	9.0	5.0	8.0	8.0	11.0	12.0	12.0	11.0
Polvillo	11.0	8.0	11.0	13.0	5.0	4.0	10.0	10.0	19.0	9.0	6.0	18.0
Avena	23.0	25.0	11.0	24.0	24.0	23.0	21.5	26.0	5.0	24.0	24.0	4.0

Leucaena	10.0	20.0	30.0									
Frejol				10.0	20.0	30.0						
Camote							10.0	20.0	30.0			
Yuca										10.0	20.0	30.0
Conchilla	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Fosfato												
Bicálcico	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

En lo que respecta a los follajes utilizados dentro de la dieta se ha podido observar que en lo que respecta a leucaena, el contenido de proteína varía de acuerdo a los autores Shimada, 2010 [9], indica que tiene 17.6%; mientras que García, et.al., 2008; López, et.al, 2012 [10 y 11] se encuentran casi en el mismo rango 25.93 y 27.2 respectivamente.

Al revisar el contenido químico que tiene el follaje de Fréjol caupí, en estudios de varios autores Jarrín & Avila, 1998 [12], indica que el contenido de proteína del fréjol es de 49 % mientras que Frota, Soares, & Areas, 2008 [13], encontró el 24.5 de proteína en composición centesimal y el 16.1 % determinó Sarria et al., 2010 [4]; todos los contenidos difieren, debido a que dependen de muchos factores como: el tiempo de corte y tipo de secado del follaje

Tabla 2. Análisis bromatológico de los tratamientos en estudio

Tratam.	Humedad %		Proteína, %		Grasa, %		Ceniza, %	
	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
L-10	15.20	18.66	22.01	22.01	4.61	5.44	4.99	5.89
L-20	11.28	24.40	27.50	27.50	4.39	4.95	14.99	16.90
L-30	11.16	25.60	28.62	28.62	6.30	7.09	7.05	7.94
F-10	12.11	19.35	22.02	22.02	5.38	6.12	14.34	16.29
F-20	10.24	20.27	22.58	22.58	7.29	8.12	7.04	7.84
F-30	9.88	22.08	24.50	24.50	6.43	7.14	5.72	6.35
Y-10	9.74	13.99	15.50	15.50	7.86	8.71	5.63	6.24
Y-20	10.11	15.29	17.01	17.01	8.24	9.17	8.92	9.92
Y-30	10.64	16.46	18.42	18.42	6.45	7.22	8.89	9.95
C-10	9.35	17.38	19.17	19.17	6.79	7.49	6.18	6.82
C-20	11.07	17.45	19.52	19.52	7.27	8.18	6.43	7.23
C-30	9.91	18.34	20.36	20.36	6.75	7.49	9.54	10.59
Testigo	8.40	16.95	18.50	18.50	6.87	7.50	8.03	8.77

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario AGROLAB

3. Resultados y Discusión

Peso Final, kg

Al analizar la variable peso final (g), y con la utilización de la harina de leucaena se observa que no existió diferencia estadística entre los tratamientos del estudio, (Tabla 3). En lo que respecta a la utilización de la harina de fréjol, existieron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio y su mejor comportamiento fue para el nivel 10 % de harina de fréjol con 2 975.33 kg y los pesos finales más bajos le corresponden a los niveles 30 y 20 % de harina de fréjol con 2 377.00 y 2 339.67 g respectivamente. La utilización de la harina de yuca tampoco registra diferencias estadísticas entre sus estudios. Así mismo con la utilización de la harina de camote el tratamiento de 10 % obtuvo mayor peso final con 2 856.33 g y el menor lo obtuvo la aplicación de 30 % con 2 136.67 g siendo este igual estadísticamente al 20 %.

Como mencionan O. R. Palma & Hurtado, 2009 [14], en lo que se refiere a esta variable el comportamiento estuvo determinado por el grado de palatabilidad y de aceptación de la ración alimenticia, e incluso por la individualidad genética de cada uno de los semovientes; observándose que el alimento que contiene harina de leucaena fue aceptado desde el inicio de la prueba; mientras que el alimento con harina de fréjol demoró en ser aceptado.

Por otro lado Nieves, et.al., 2002 [15], encontraron que la aplicación de hasta un 30 % de follaje de *Leucaena leucocephala*, en la dieta evaluada no produce efectos determinantes sobre el crecimiento y consumo de alimento en conejos de engorde. Leyva, et.al., 2009 [16], al evaluar la harina de rastrojo de *Arachis hypogaea* en conejos pardos cubanos, encontraron que un 24% alcanzan rendimientos similares al utilizar balanceado comercial. Nieves, et.al., 2001 [17], al evaluar la *Trichanthera gigantea* como alternativa en la alimentación de conejos mestizos neozelandés x californiano, encontraron que fue inferior a la alimentación con balanceado comercial.

Tabla 3. Análisis de la influencia de los grupos de harina en diferentes porcentajes en las variables productivas de los conejos californianos

Insumos	Peso final (g)	Ganancia de peso diario (g)	Consumo diario (g)	Conv.	Peso a la canal (kg)	Rend. (%)
Leucaena						
10	2 787.00 a	22.65 a	91.43 a	4.05 a	1.50 a	53.94 a
20	2 566.67 a	20.10 a	84.97 a	4.28 a	1.37 a	53.52 a
30	2 760.67 a	22.34 a	75.82 b	3.43 a	1.46 a	53.13 a
Probabilidad	0.43	0.42	0.001	0.17	0.23	0.90
Error Estándar	122.84	1.06	1.52	0.28	0.06	2.64
<i>Testigo</i>	3 235.3	27.57	94.48	3.47	1.50	47.41
Fréjol						
10	2 975.33 a	24.63 a	84.02 a	3.42 a	1.48 a	49.82 a
20	2 339.67 b	17.78 b	82.73 a	4.75 a	1.29 a	55.61 a
30	2 377.00 b	18.03 b	70.33 b	3.95 a	1.23 a	52.02 a
Probabilidad	0.02	0.02	<0.001	0.09	0.06	0.45

Error Estándar	131.36	1.42	1.00	0.36	0.06	3.19
<i>Testigo</i>	3 235.3	27.57	94.48	3.47	1.50	47.41
Yuca						
10	2 731.67 a	17.05 b	85.67 a	5.03 a	1.38 a	51.02 a
20	2 288.33 a	20.17 b	72.70 b	3.64 b	1.18 b	51.64 a
30	2 573.00 a	27.57 a	85.00 a	3.14 b	1.23 b	48.08 a
Probabilidad	0.08	0.01	0.006	0.004	0.002	0.4
Error Estándar	114.44	1.69	2.02	0.25	0.02	2.09
<i>Testigo</i>	3 235.3	27.57	94.48	3.47	1.50	47.41
Camote						
10	2 856.33 a	23.39 a	87.77 a	3.77 a	1.40 a	49.04 a
20	2 159.67 b	15.65 b	79.54 b	5.36 a	1.26 ab	59.69 a
30	2 136.67 b	15.49 b	78.89 b	5.15 a	1.22 b	57.20 a
Probabilidad	0.03	0.038	0.001	0.15	0.02	0.13
Error Estándar	166.22	1.86	0.96	0.53	0.03	3.32
<i>Testigo</i>	3 235.3	27.57	94.48	3.47	1.50	47.41

Ganancia de peso diaria, (g)

Al suministrar la harina de leucaena se observa que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos del estudio. En lo que respecta a la utilización de la harina de fréjol, existieron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio y su comportamiento más alto fue para el nivel 10 % de harina de fréjol con 24.63 g y los más bajos les correspondieron a los niveles 20 y 30 % de harina de fréjol con 17.78 y 18.03 g respectivamente. La utilización de la harina de yuca registra diferencias estadísticas entre sus tratamientos siendo el nivel 30 % de harina de yuca el de mayor ganancia de peso diaria con 27.57 g y las menores les corresponden a los niveles 10 y 20 % siendo estadísticamente iguales; se debe resaltar que en este caso la ganancia de peso diaria fue igual al grupo testigo. El uso de la harina de camote determina diferencias estadísticas entre los tratamientos del estudio que a diferencia de la yuca el nivel más alto fue la aplicación del 10 % con 23.39 g y los niveles 20 y 30 % los más bajos con 15.65 y 15.49 g respectivamente. En este estudio se observa que el balanceado comercial lleva ventajas desde el punto de vista del peso final por lo presentado en el grupo testigo.

Los valores de ganancia de peso presentados, son inferiores a los encontrados por Nieves, et al., 2009 [24] al evaluar leucaena, los mismos porcentajes de aplicación, pero superior a los presentados por Nieves, et al., 2002 [15], en ambos estudios se utilizaron conejos neozelandés x californiano, sin embargo, la variación del peso inicial podría ser la causa de esta diferencia. En esta variable el testigo obtuvo la misma ganancia de peso por aplicación que la ración con harina de yuca al 30 %, lo que es representativo ya que en estudios anteriores se presenta al balanceado comercial como los de mejores resultados en ganancia de peso Lara, et.al., 2012 [19]; Nieves et al., 2002 [15]; y Nieves et al., 2001 [17] indican que las formulaciones comerciales comúnmente pasan por rigurosas medidas de control para que permitan alcanzar altos rendimientos.

Consumo diario, (g)

En lo referente a la utilización de la harina de leucaena se observa que existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos del estudio, por lo cual el nivel 10 y 20 % son estadísticamente iguales con 91.43 y 84.97 g respectivamente, dejando al 30 % con menor promedio de 75.82 g (Tabla 3). En lo que respecta a la utilización de la harina de fréjol, se puede apreciar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio y su consumo más alto fue para el nivel 10 % de harina de fréjol con 84.02 g siendo estadísticamente igual al nivel 20 % con 82.73 g y el más bajo le correspondió al 30 % de harina de fréjol con 70.33 g. La utilización de la harina de yuca registra diferencias estadísticas entre sus tratamientos siendo el nivel 10 % y 30 % las de mayor consumo diario con 85.67 y 85.00 g respectivamente. Además, son estadísticamente iguales y el menor consumo le correspondió al nivel 20 % con 72.70 g. En la ración que utilizó harina de camote existen diferencias estadísticas entre los tratamientos de estudio que a diferencia de la yuca el nivel más alto fue la aplicación del 10 % con 87.77 g y los niveles 20 y 30 % los más bajos con 79.54 y 78.89 g respectivamente siendo estadísticamente iguales. Los valores encontrados en las diferentes raciones estudiadas fueron inferiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Al referenciar estudios en monogástricos que han consumido dietas basadas en fréjol caupí Sarria et al., 2010 [4], menciona que al incorporar harina de fréjol caupí 30% a la dieta alimenticia de cerdos, el consumo de la misma aumentó en un 5%; mientras que en los conejos estudiados el mejor comportamiento se obtuvo con el 10% de incremento de harina de fréjol. Además Ly, 2004 [20] en su estudio sobre cerdos menciona que el consumo día de harina leucaena es de 2.85 y de harina de yuca de 2.98 Kg al día.

El consumo diario no estuvo determinado por la ganancia de peso, por lo que se ratifica que su aceptación y asimilación posiblemente se deba al contenido nutricional propio del insumo.

Conversión Alimenticia

Al utilizar harina de leucaena y la harina de fréjol no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio en lo que a esta variable se refiere. (Tabla 3). A diferencia de las anteriores la utilización de harina de yuca si registra diferencias estadísticas entre sus tratamientos siendo el 30 % de harina de yuca el que presenta mejor conversión con 3.14 lo que es estadísticamente igual a 20 % con 3.64 y el 10 % registró la menor conversión con 5.03. Se destaca el hecho de que la harina de yuca al 30 % fue superior que el testigo puesto que este alcanzó una conversión de 3.47. El uso de la harina de camote tampoco determina diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. Nieves, 2009 [18], al sustituir porcentajes crecientes de harina de maní no encontró valores de conversión inferiores. Leyva et al., 2009 [16], al utilizar harina de rastrojo de maní encontró diferencias estadísticas siendo la mejor conversión el concentrado sin agregar la harina y los tratamientos que se agregaron harina de rastrojo estuvieron entre 4.52 y 5.65.

Se puede inferir que la adición de harina de follaje de yuca a la ración alimenticia de los conejos es excelente, no sólo por los resultados obtenidos sino por su bajo costo y porque no forma parte de la cadena alimenticia de los humanos, con lo que no genera competencia.

Peso a la canal, (kg)

La variable peso a la canal (kg), muestra que con la utilización de la harina de leucaena y la harina de frejol no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Tabla 3). La utilización de la harina de yuca registra diferencias estadísticas entre sus tratamientos siendo el 10 % quien registró el mayor promedio con 1.38 kg de peso a la canal a diferencia de los 1.18 y 1.23 kg que alcanzó al aplicar el 20 y 30 % de harina de yuca. El uso de la harina de camote también determina diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados siendo el 10 % quien alcanzó el mayor peso a la canal con 1.40 kg y el menor lo obtuvo la aplicación de 30 % con 1.22 kg. El peso a la canal del testigo fue de 1.5 kg similar a la leucaena al 10 %.

En esta variable no resaltan los valores de yuca en sus diferentes niveles lo que sugiere que la mejor conversión indica un mayor peso a la canal donde influyen variables como la raza y la edad de los conejos al sacrificio Bernardini, et al., 1995 [21]. Sin embargo, los promedios encontrados en los tratamientos al 10 y 30% (1.38 kg, 1.23 kg) son superiores a los reportados por Leyva et al., 2009. [16] quienes muestran como promedio máximo de 1.2 kg en un tratamiento con balanceado sin sustitución de insumos y con 60 días de edad.

Rendimiento a la canal, (%)

En los tratamientos con harina de leucaena, harina de frejol, harina de yuca y la harina de camote no se encuentran diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, (Tabla 3). Todos los niveles de las harinas estudiadas fueron superiores al testigo aun cuando el testigo presentó un promedio de peso a la canal superior. De acuerdo con Rubio, et al., 2002 [22] gran parte de los tratamientos aquí estudiados no estarían dentro de lo recomendado que es entre 52-60% de rendimiento a la canal.

R Vásquez & Martínez, 2000 [23], mencionan también factores genéticos, ambientales y de alimentación que influyen sobre los rendimientos cárnicos; en este sentido es posible que ciertos insumos tienen más contenido de grasa y carbohidratos que otros y esto se transforman en grasa corporal.

Análisis proximal de la carne de conejo

En la Tabla 4, se presenta el análisis proximal de la carne de conejo realizado a los tratamientos en estudio. La humedad estuvo en un rango de entre 73.12 y 61.46 % siendo alcanzados por los tratamientos Leucaena al 30 % y Fréjol al 10 % respectivamente.

En lo referente a la variable proteína presentó valores entre 18.29 y 24.17% correspondiéndole al testigo y al tratamiento Fréjol 30% en base húmeda, no siendo consistente al analizar la proteína en base seca puesto que el mayor valor lo obtuvo Leucaena al 30 % y el menor Fréjol 10 %.

En lo que respecta a las Cenizas los valores se mantuvieron entre 0,79 % y 0,95%; fuera de estos rangos se encontró el valor obtenido de Camote 20% con 1.88% y el grupo Testigo con 2.39%; considerando que este grupo fue alimentado con una dieta diferente.

Se puede decir promisoriamente que la alta variabilidad de los valores se debe a la inclusión del tipo de forraje y su porcentaje de aplicación por ello se hace importante seguir los sustitutos alimenticios en diferentes parámetros.

Tabla 4. Análisis proximal realizado a la carne de conejo de los tratamientos en estudio

Trat.	Hum %	Proteína %	Extracto etéreo	Ceniza %			
	H	H S				H S	H S
L-10	68.99	21.80	68.95	3.26	10.30	0.84	2.67
L-20	72.88	21.66	79.86	3.03	9.58	0.93	3.44
L-30	73.12	23.11	85.96	2.20	8.17	0.79	2.94
F-10	61.46	23.12	60.00	11.32	29.38	0.82	2.14
F-20	68.55	23.87	75.89	6.26	19.90	0.87	2.76
F-30	67.59	24.17	74.59	6.16	19.00	1.19	3.68
Y-10	71.63	19.56	68.96	5.41	19.08	1.16	4.10
Y-20	71.13	19.89	68.89	6.07	21.02	0.87	3.03
Y-30	71.86	20.43	72.59	4.82	17.14	0.86	3.04
C-10	68.21	21.80	68.59	4.82	15.17	1.08	3.41
C-20	67.89	22.66	70.56	2.46	10.22	1.88	5.96
C-30	68.91	21.69	69.78	5.88	18.92	0.95	3.06
Testigo	71.41	18.29	63.98	4.66	16.29	2.39	8.37

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario AGROLAB; H: Húmedo, S: Seco

Análisis económico

El costo por alimentación está determinado por la proporción de aplicación y el tipo de forraje, en todos los casos disminuye el costo al aumentar la proporción de aplicación. La alimentación con leucaena disminuye en un 37.6 %, 45.6 % y 60 % al comparar los tratamientos L-10, L-20 y L-30 frente al testigo. Sin embargo, no se vio reflejado en la relación beneficio costo porque el testigo presentó un mayor peso a la canal. Para los demás tipos de follaje se tuvo similar comportamiento. El mayor beneficio costo alcanzado fue de 1.57 presentado por yuca 30 %, esto es debido a que el costo de obtención de la hoja yuca es menor que en los demás insumos.

4. Conclusiones

De los insumos aplicados la harina de yuca tiene parámetros favorables como ganancia de peso diario y conversión alimenticia, sin embargo, no es consistente con el peso a la canal donde la leucaena al 10 % presenta el mayor promedio. Así mismo con el rendimiento donde presentó los promedios más bajos esto indica que existen factores en la composición de los insumos de las dietas suministradas que influyen en el peso final de los animales.

Existe un comportamiento significativo para los tipos de forraje fréjol, yuca y camote, donde a medida que aumenta el porcentaje de aplicación existe una disminución del peso. Para el caso de Leucaena el comportamiento no es significativo.

El testigo presentó la mayor ganancia de peso diaria al igual que a la canal, sin embargo, presenta más altos costos por alimentación por tanto el beneficio costo fue el más bajo, porque la aplicación de sustitutos alternativos son una opción dentro de la producción de conejo para el consumo.

5. Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las Autoridades y Docentes de la Universidad

Tecnológica Equinoccial, por dar las facilidades necesarias para una educación de calidad y mejorar los conocimientos y por ende ser mejores profesionales.

Al Ing. M. C. Julio Usca Méndez, en calidad de Director de Tesis de la Investigación, quien durante todo el tiempo supo guiarme de forma académica y científica el desarrollo del trabajo.

A todos quienes de una u otra forma han contribuido con el desarrollo de este trabajo investigativo.

6. Referencias

- [1] Palma, N. (2015, febrero 6). En Comunas de Manabí Mueren reses por falta de Agua. Diario El Universo. Guayaquil. Recuperado a partir de <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/02/06/nota/4524451/comunas-manabi-mueren-reses-falta-agua>
- [2] Roca, T. (2009). Seminario de Entrenamiento en Cunicultura: Orientaciones para Iniciar una explotación cunicola industrial de producción de carne. Recuperado a partir de <http://www.conejos-info.com/articulos/condicionantes-o-motivaciones-para-iniciar-una-granja-de-conejos-capitulo-5-de-5-parte-i>
- [3] Aldana, J., Casanova, F., & Solorio, F. (2010). Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. *Revista Forestal Venezolana*, 54(2), 161-167.
- [4] Sarria, P., Yusti, L., Orejuela, I., Guevara, A., Arredondo, J., Londoño, A., & Peters, M. (2010). Valor nutricional de la harina de hoja de caupí (*Vigna unguiculata*) en cerdos en crecimiento. *Livestock*. Recuperado a partir de lrrrod.cipau.org.co/lrrrod22/6/sarr22110.htm
- [5] Vásquez, R., Matos, F., & Soto, Y. (2007). Evaluación del rendimiento de las principales variedades de batata. Recuperado a partir de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne-nutricion/articulos/evaluacion-rendimiento-principales-variedades-t1376/p0.htm>
- [6] Preston, T. R., Rodríguez, L., Lai, N. Van, & Chau, L. H. (s. f.). El follaje de la yuca (*Manihot esculenta* Cranz) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*, 395-406. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/Ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/presto24.PDF>
- [7] INEC, I. N. de E. y C., & MAGAP, M. de A. G. A. y P. (2000). III Censo Nacional Agropecuario del Ecuador. Recuperado a partir de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/resultados-nacionales>
- [8] Gobierno Autónomo, D. de R. (2014). Generalidades del Cantón Rocafuerte.
- [9] Shimada, A. (2010). *Nutrición Animal* (2.a ed.). Mexico: Editorial Trillas.
- [10] García, D., Wencomo, H., Gonzáles, M., Medina, M., & Cova, L. (2008). Caracterización de diez cultivares forrajeros de *Leucaena leucocephala* basada en la composición química y la degradación ruminal. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2), 1294-1303. Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v13n2/v13n2a4.pdf>
- [11] López, B., Cisneros, M., Valdiviá, M., & Sotto, V. (2012). Hidroforraje de *Leucaena leucocephala* para alimentar conejos. *Revista Producción Animal*, 24(1).
- [12] Jarrín, A., & Avila, S. (1998). *Composición Química de Alimentos Zootécnicos Ecuatorianos* (1.a ed.). Quito: Universidad Central.
- [13] Frota, K., Soares, R., & Areas, J. (2008). Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) cultivar BRS- Milenio. *SciELO on line* versión, 28. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.1590/so101-20612008000200031>
- [14] Palma, O. R., & Hurtado, E. A. (2009). Comportamiento productivo de conejos durante el

período de crecimiento-engorde alimentados con frutos de mango (*mangifera indica*) en sustitución parcial del alimento balanceado comercial. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9, 968-971. <http://doi.org/10.4067/S0718-34292010000100005>

[15] Nieves, D., Silva, B., Terán, O., & González, C. (2002). Niveles crecientes de leucaena *leucocephala* en dietas para conejos de engorde. *Revista Científica*, XII, 419-421.

[16] Leyva, L., Arias, E., Martínez, Y., & Domínguez, J. (2009). Sustitución parcial del alimento concentrado por harina de rastrojo de maní (*Arachis hypogaea*) como alternativa en la ceiba de conejos pardo Cubano. *Revista UDO Agrícola*, 9(3), 657-665. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3358603>

[17] Nieves, D., López, D., & Cadena, D. (2001). Alimentación de Conejos de engorde con dietas basadas Materias Primas no Convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea*. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, (1), 60-66. Recuperado a partir de <http://www.saber.ula.ve/revistaunellez/pdfs/60-66.pdf>

[18] Nieves, D. (2009). Forrajes Promisorios Para la Alimentación de Conejos en Venezuela. Valor Nutricional. Recuperado a partir de www.avpa.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/cursos_alimentacion_no_convencional/conferencia-2.pdf

[19] Lara, P., Itzá, M., Sanginés, J., & Magaña, M. (2012). *Morus alba* o *Hibiscus rosa-sinensis* como sustituto parcial de soya en dietas integrales para conejos. *Red de Revistas Científicas de América Latina, Caribe, España y Portugal*, 16, 9-19. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83724458002>

[20] Ly, J. (2004). Árboles tropicales para alimentar cerdos ventajas y desventajas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(2), 5-27.

[21] Bernardini Battaglini Marcella, Castellini C., & Lattaioli P. (1995). Effect of Sire Strain, Feeding, Age and Sex on Rabbit Carcass. *World Rabbit Science*, 3. <http://doi.org/10.4995/wrs.1995.234>

[22] Rubio, M., Hernández, H., Torres, G., Jovita, N., & Avila, J. (2002). Comportamiento productivo de conejos Nueva Zelanda blanco a diferentes niveles de alimentación con soya henificada, durante la fase post destete. En II Congreso de Cunicultura de las Américas (pp. 145-147).

[23] Vásquez, R., & Martínez, R. (2000). Comparación de rendimientos productivos en conejos nueva Zelanda y chinchilla y sus cruces para la elaboración de productos cárnicos. *Corpoica*, (1976). Recuperado a partir de <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/oferta>

[24] Nieves, D., Terán, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C., & Ly, J. (2009). Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 19, 173-180.

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TIERRA DE DIATOMEAS EN EL CONTROL DE HELMINTOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS DE ENGORDE

(EVALUATION OF DIATOMACEOUS EARTH EFFICIENCY IN THE CONTROL OF GASTROINTESTINAL HELMINTHS IN BEEF CATTLE)

J./Benavides-Lara(1)*, A./Villafuerte-Gaviláñez(1), P./Toalombo-Vargas(1), M./Murillo-Pinos (1), E./Oleas-Carillo (1)

(1) Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador / Teléfono: 593(03) 2998-200, EC060155.

*Correspondencia. 0999939842, julio1670cesar@gmail.com (J./Benavides Lara)

RESUMEN

En la Estación Experimental Fátima/ESPOCH, se estudió tres niveles de tierra de Diatomeas, en el control de helmintos gastrointestinales y engorde de bovinos; se utilizó bovinos de ambos sexos en la etapa de crecimiento-engorde, bajo un diseño completamente al azar (DCA), un arreglo combinatorio bifactorial; los resultados fueron sometidos: al análisis de la varianza (ADEVA), prueba de Tukey para la separación de medias al 0.05 y 0.01 de probabilidad, además regresión y correlación. Al utilizar 175 g/día, se obtuvieron mejores pesos finales, la reducción en la carga parasitaria en *Eimeria* sp (72%), *Haemochus* sp (100%) y *Cryptosporidium* sp (67,84%); los mejores pesos finales se obtuvieron en machos (184.10 kg), a diferencia de las hembras (178.15 kg), ganancias de peso (30,90 kg), en machos y (26,10 kg), en hembras. La reducción de cargas parasitarias tanto en machos y hembras fue similar con una efectividad en *Eimeria* sp (70,89%), *Haemochus* sp, (100%) y *Cryptosporidium* sp (92.17%). El mayor beneficio económico se alcanzó con 175 g/día con un indicador de 1.20 es decir, una rentabilidad del 20%.

Palabras clave: diatomea, gastrointestinales, bovinos.

ABSTRACT

In the Experimental Station Fatima/ESPOCH, three levels of diatomaceous earth, in the control of gastrointestinal helminths and fattening of cattle; we used animals of both sexes in the growing-fattening, under a completely randomized design (DCA), a combinatorial bivariate; the results were submitted: the analysis of variance (ADEVA), using the Tukey test for the separation of means to 0.05 and 0.01 of probability, as well as regression and correlation. When you use 175 g/day, were obtained best final weights, the reduction in the parasitic burden in *Eimeria* sp (72%), *Haemochus* sp (100%) and *Cryptosporidium* sp (67.84%); the best final weights were obtained in males (184.10 kg), unlike the females (178.15 kg), weight gain (30.90 kg), in males and (26.10 kg), in females. The reduction of parasitic loads in both males and females was similar with a effectiveness in *Eimeria* sp (70.89%), *Haemochus* sp, (100%) and *Cryptosporidium* sp (92.17%). The greater economic benefit was achieved with 175 g/day with an indicator of 1.20 that is to say, a return of 20%.

Key words: diatom, gastrointestinal, cattle.

1. Introducción

La producción de bovinos de carne se desarrolla en las provincias de la costa y oriente, los bovinos tienen la habilidad de aprovechar los forrajes y residuos de cosecha. (1)

La producción animal, se encarga de cubrir las necesidades nutricionales de la población, basadas en la seguridad, soberanía e inocuidad alimentaria, por lo que se ha hecho imprescindible desarrollar nuevos sistemas de producción para intensificar la actividad ganadera y satisfacer las demandas de la población que día a día se incrementan.

Por otro lado también se ha trabajado en áreas como: mejoramiento genético, adelantos tecnológicos en infraestructura que hacen que la producción sea eficiente; en el área de la nutrición animal se ha utilizado sustancias para mejorar la asimilación de los alimentos tales como probióticos, enzimas, etc., y así mismo para el control de la parasitosis tales como albendazoles, ivermectinas, nitrofuranos, etc. (2)

Referente al área sanitaria, el uso intempestivo de desparasitantes ha hecho que en los últimos años sea puesto en discusión, pues tiene un alto impacto en la salud humana y animal; es un hecho que, debido al uso reiterado de fármacos en el control de parasitosis, estos se acumulan en la leche y los músculos de los bovinos; lo cual representa una gran amenaza para la salud de los consumidores. La tierra de Diatomeas (Diatomita) pertenece al grupo de los minerales; es enteramente inocuo debido a que pertenecen al grupo de sílices amorfas; su uso es muy amplio y variado; actúa en procesos de elaboración de balanceados, fertilizante y elimina insectos y plagas. Su ventaja principal, frente a los desparasitantes de origen químico, es que no generan resistencias, por lo que su capacidad insecticida permanecería intacta a lo largo del tiempo

Por tal motivo, en esta investigación se utilizó la Tierra de Diatomeas para conocer cuál es su acción frente a parásitos helmintos gastrointestinales en bovinos de engorda en la Estación Experimental Fátima - ESPOCH.

2. Materiales y Métodos

2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se desarrolló en la Estación Experimental Fátima - Escuela Superior Politécnica Chimborazo (ESPOCH), ubicada en el kilómetro 11 vía Puyo-Tena, en el cantón Puyo, de la Provincia de Pastaza. Esta investigación tuvo una duración de 4 meses (120 días).

2.2. Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres tratamientos, correspondientes a la utilización de tierra de Diatomeas en el control de helmintos gastrointestinales en el engorde de bovinos, los mismos que fueron comparados con un tratamiento testigo, bajo un Diseño Completamente al Azar, con un arreglo combinatorio, donde el Factor A correspondió a los niveles de tierra de Diatomeas; y el Factor B al sexo de los animales, que se ajusta al siguiente modelo línea aditivo

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

2.3. Procedimiento experimental

2.3.1. Adecuación previo al inicio del trabajo investigativo

Previamente al inicio de la investigación se seleccionaron animales con edad y peso homogéneos los cuales fueron sometidos al tratamiento experimental. Se ubicó a los grupos de bovinos machos y hembras en los potreros cada tratamiento se separó de otro con la ayuda de piola electro-plástica. Se tuvo que realizar una adaptación al nuevo alimento por un lapso de 8 días ya que muchos

de los animales no consumían la tierra de diatomea.

2.3.2. *Suministro de tierra de Diatomeas a los bovinos*

El suministro de la tierra de Diatomea se realizó en los mismos potreros se utilizó comederos de caucho. Con el objeto de que el alimento no sea rechazado por los animales se mezcló la tierra de Diatomea con afrecho de trigo y sal en grano para mejorar su palatabilidad.

2.3.3. *Toma de datos sobre las mediciones experimentales de campo.*

El peso inicial y final se determinó con la ayuda de la cinta bovinométrica, y se tomó como referencia de medida el perímetro torácico. Este dato obtenido en centímetros se interpretó en kg de acuerdo a las medidas de la cinta. Todo este procedimiento se lo repitió cada 35 días.

2.3.4. *Toma de muestras y análisis de laboratorio.*

Se recolectaron muestras de heces tomadas directamente desde el recto de los animales, con la ayuda de guantes ginecológicos en las primeras horas de la mañana. Estas muestras fueron trasladadas hacia el laboratorio de la Facultad con la ayuda de un termo refrigerante, con el fin de conservar su estructura para su efectivo análisis. Para la determinación cualitativa de parásitos se utilizó la técnica de McMaster.

Se pesó 4 g de heces, colocándose en un vaso desechable al cual se le añadió 60 mL de SSS (solución salina saturada) Mediante la utilización de una espátula se mezcló y homogenizó la muestra, para posteriormente tamizarlo de 5 a 6 veces con la finalidad de reducir el tamaño de partícula. El líquido restante se procedió a mezclar alrededor de 10 veces.

Con la ayuda de una pipeta Pasteur se recolectó el líquido del vaso y se depositó en la cámara McMaster; esta muestra se dejó reposar por un lapso de 5 minutos y después se observó en el microscopio con un lente de aumento de 10x. El conteo de huevos se realizó al ubicar el lente desde la esquina superior del primer cuadrante moviéndolo de arriba hacia abajo y viceversa hasta acabar con todos los surcos de los cuadrantes.

3. Resultados y discusión

3.1. *Comportamiento biológico*

de los bovinos de engorde por efecto de la utilización de diferentes niveles de tierra de Diatomea, como antiparasitario en la estación experimental Fátima

3.1.1.1. *Peso inicial, kg.*

Los bovinos mestizos utilizados, que se utilizaron en el presente estudio, no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$), con pesos promedios de 152; 153,20; 152,40; 152,90 kg; para los tratamientos T0, T1, T2, T3, en su orden, por lo que se considera que los pesos fueron homogéneos y se utilizó un diseño completamente al azar en este experimento. (Tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento biológico de los bovinos de engorde de la estación experimental Fátima, por efecto de la utilización de diferentes niveles de tierra de Diatomeas como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales).

Variable	Tratamientos (niveles de diatominas)								E.E	Probabili- dad.
	T0 0 g/día	T1 150g/día	T2 175g/día	T3 200g/día						
Peso inicial(kg)	152,00	a	153,20	A	152,40	A	152,90	a	2,45	0,9863
Peso final(kg)	172,50	b	181,90	Ab	187,50	A	182,60	a	2,58	0,0020
Ganancia de peso (kg)	20,50	C	28,70	B	30,20	B	34,60	a	1,05	<0,0001
Ganancia de peso (gr)	170,83	C	239,17	B	251,67	B	288,33	a	8,73	<0,0001
Inicial Eimeria sp (opg)	13,56	A	10,11	A	9,42	A	13,09	a	1,66	0,2113
Inicial Haemonchus sp (hpg)	3,71	a	3,83	A	2,71	A	2,87	a	1,66	0,8379
Inicial Cryptosporidium (opg)	12,57	a	11,38	A	9,33	A	12,10	a	1,46	0,4195
Final Eimeria sp (opg)	15,42	a	5,74	B	6,80	B	5,53	b	1,36	0,0000
Final Haemonchus (hpg)	0,00	a	0,00	A	0,00	A	0,00	a	0,00	0,4031
Final Cryptosporidium (opg)	2,91	a	2,87	A	3,00	A	3,37	a	0,00	0,9838
Orden Strongylydea (hpg)	0,00	a	0,00	A	0,00	A	0,00	a	0,00	1,0000

TO: testigo; T: tratamiento

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.

3.1.1.2. *Peso final, kg.*

A los 120 días de investigación la variable peso final de los bovinos, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los diferentes niveles de tierra de Diatomeas, siendo las mejores respuestas de 187,50 y 182,60 kg, para los bovinos del T3 y T2, respectivamente (175 y 200 g de Diatomeas/día), seguido por el T1 (150 g de Diatomeas/día), con 152,40 kg y finalmente los animales del T0 (0 g de Diatomeas/día), con 172,50 kg, el menor peso dentro de los tratamientos (3), menciona que la diatomea es sumamente indicada para suplir la carencia nutricional de los animales ya que su complemento mineral mejora la asimilación de los alimentos, evita su descomposición en el bolo alimenticio, estimula el apetito, su vigor y sobre todo el estado de salud en general. (4)

En el análisis de regresión se estableció una tendencia de carácter lineal altamente significativa ($P < 0,01$), que determina que por cada unidad adicional de tierra de Diatomeas los pesos de los bovinos se incrementaron en 0.063 kg (Fig.1), con un coeficiente de determinación del 25,5 %,

mientras que el coeficiente de correlación fue alto con 0,5050.

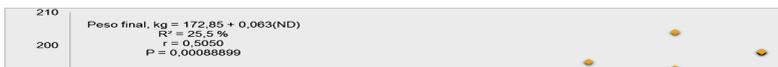


Fig. 1. Regresión para el peso final (kg), por efecto de la utilización de diferentes niveles de tierras Diatomeas en los bovinos de engorde, como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales.

3.1.1.3. Ganancia de peso, kg

La ganancia de peso al culminar los 120 días investigación presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la utilización de diferentes niveles de tierra de Diatomeas; registró valores de 34,60 kg para los bovinos del T3 correspondiente a 200 g de Diatomeas/día, seguido del T2, T1 (175 y 150 g de diatomea/día), con 30,20 y 28,70 kg respectivamente y finalmente los bovinos del T0 (0 g de diatomea/día), con 20,50 kg constituyendo este grupo el de menor ganancia de peso dentro de los tratamientos.

Estos datos obtenidos pueden ser comparados (5) al utilizar sulfadoxina como un método de desparasitación en bovinos a los 90 días posteriores a su administración registro una ganancia de peso de 41.50 kg, esta ganancia de peso puede deberse a (6) las sulfas ejercen la acción de una enzima bacteriana responsable de la incorporación del ácido para amino benzoico al ácido dihidropteroico precursor del ácido fólico, este ácido fólico preformado es requerido por las células de los mamíferos y es más rápido aprovechado ya que no lo pueden sintetizar por si solos. El ácido fólico juega un papel importante en la condición hematológica y condición corporal de los animales. (7) (8)

3.1.1.4. Ganancia de peso, g.

Para la variable ganancia de peso (gr) a los 120 días de investigación se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de utilización de diferentes niveles de tierra de Diatomeas, registró los mejores resultados en el T3 (200 g de diatomea/día) con un valor de 288,33 g/día, seguido de los tratamientos T2 y T1 (175 y 150 g de diatomea/día), con ganancias de 251,67 y 239,17 g/día respectivamente y finalmente el grupo de bovinos del T0 (0 gr de diatomea/día) con 170,83 g/día constituyendo este grupo como el de menor ganancia de peso dentro del experimento.

Al alimentar a bovinos con restos de cosecha en la región amazónica obtuvieron una ganancia de peso a los 131 días de 151 g/día, (7), esto quizá se deba a que no tuvieron suplementación de algún tipo de concentrado (9) al evaluar un desparasitante (ivermectina) en el crecimiento corporal de bovinos criollos, a los 5 meses de investigación obtuvo ganancias de peso de 175,5 g/día, infiriendo que la utilización solo de ivermectina no favorece a una ganancia de peso adecuada como si lo harían combinada con correctores nutricionales (Ivermectina+Calcio) o anabólicos (Ivermectina+Zeranol). (7)

3.1.1.5. Incidencia parasitaria final

3.1.1.5.1. Eimeria sp

A los 120 días de investigación, al analizar las cargas parasitarias de los bovinos se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la utilización de tierra de Diatomeas, registró valores de 237.77 ooquistes por gramo de heces (OPG) correspondiente al T0 (ivermectina 1%), seguido por los tratamientos T2 (150 g diatomea/día), con 32.94 ooquistes por gramo (OPG), T3 (175 g diatomea/día), con 46.24 ooquistes por gramo (OPG), y T4 (200 gr dia-

tomea/día), con 30.58 ooquistes por gramo (OPG), según la prueba de Tukey los tratamientos T2, T3, T4 no difieren estadísticamente entre ellos pero si numéricamente, encontrándose un menor conteo de ooquistes por gramo (OPG) en los animales tratados con 200 g diatomea/día con una efectividad del 57.76%. El tratamiento T0 (ivermectina) reportó un aumento de los ooquistes por gramo (OPG) en comparación con los análisis iniciales siendo su efectividad negativa -13.71% esto fenómeno explica (10) donde posiblemente estos parásitos llegan a desarrollar resistencia a los medicamentos antihelmínticos en las dosis que recomiendan los fabricantes. (10)

Al utilizar tierra de Diatomeas como antiparasitario en vacas lecheras a los 90 días logra una reducción de OPG (ooquistes por gramo) de eimeria sp del 84%; eficiencia que supera a la de esta investigación 57.76%, quizás esto se deba a que (4) utilizaron bovinos lecheros estabulados y no en pastoreo como los de esta investigación

En el análisis de regresión se logró determinar los cambios que ocurren al utilizar tierra de Diatomeas en los bovinos de engorde se obtuvo una tendencia de carácter lineal altamente significativa ($P < 0.01$), la cual establece que si se aumenta el nivel de diatomita la presencia de OPG (ooquistes por gramo), desciende en un 0,511 OPG (Fig. 2), con un coeficiente de determinación de 46,85%, mientras que el coeficiente de correlación fue alto con 0,6845. (4)

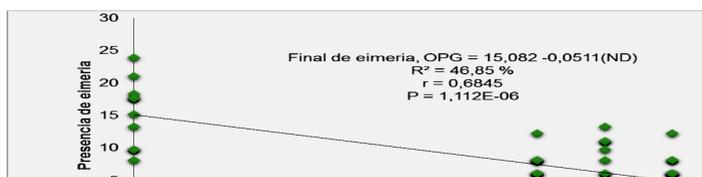


Fig. 2. Regresión para la presencia de Eimerias (OPG), finalizado la investigación por efecto de la utilización de diferentes niveles de tierras Diatomeas en los bovinos de engorde, como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales.

La mayor efectividad de la ivermectina frente a la tierra de Diatomeas quizá se deba a lo que señala (8), que la eficacia de la tierra de Diatomeas es muy baja respecto a los antihelmínticos en las primeras semanas post tratamiento, su máximo efecto no se da de forma inmediata sino después de varias semanas. (8)

Al evaluar el efecto de dos desparasitantes + Vit. ADE en becerras Brown Swiss, luego de la aplicación de ivermectina + Vit. ADE logra un porcentaje de efectividad del 25 % en la disminución de ooquistes por gramo (OPG), (11) de eimerias, valor por debajo de obtenido en esta investigación, ya que el porcentaje de efectividad ocurrió con 200 g/día de tierra de Diatomeas fue del 57.76%. Esta efectividad quizá se deba a la forma de actuación de la diatomea que se adhiere a la pared del ooquiste e impide el paso de fluidos hacia el esporozoito, de tal manera que ocasiona su muerte por reseca y no por ataque a nivel metabólico como lo hacen la mayoría de compuesto anticoccidiales. (12), afirma que la mayoría de productos anticoccidiales solo son efectivos durante las primeras etapas de vida del ciclo del parásito, siendo menos efectivos cuando aparecen los signos clínicos de diarrea (11) (12).

3.1.1.5.2. Cryptosporidium sp.

A los 120 días de investigación, para los parásitos *Cryptosporidium* sp las cargas parasitarias no reportan diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), por efecto de la utilización de tierra de Diatomeas, obteniéndose valores de 8.46 ooquistes por gramo (OPG), para el tratamiento T0 (ivermectina 1%), 8,23 ooquistes por gramo (OPG), para el tratamiento T1 (150 g/diatomea día),

9 ooquistes por gramo (OPG), para el tratamiento T2 (175 g/diatomea/día), y finalmente 11.35 ooquistes por gramo (OPG), para el tratamiento T3 (200 g diatomea/día), si bien para la prueba de Tukey los datos obtenidos no difieren estadísticamente se reportan diferencias numéricas entre los tratamientos T1, T2, T3, T4 siendo ligeramente superior el T0 (ivermectina) con una eficacia del 76,85%. Los bovinos no presentaron una completa eliminación del parásito ya que apareció al inicio como al final de los análisis; pero si una significativa reducción de la carga parasitaria. Este fenómeno puede deberse a lo que señalan (13), la ruta más común de infección es el contacto oral-fecal ya que los ooquistes presentes en las heces se mezclan con el pasto de donde los animales toman su alimento produciéndose así un reinfección directa y rápida (13).

3.1.1.5.3. Haemonchus sp

Para el nematodo *Haemonchus* sp, después de los 120 días de investigación al analizar las cargas parasitarias de los bovinos no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), por efecto de la utilización de tierra de Diatomeas, registra valores negativos de huevos por gramo (HPG), para todos los tratamientos T1 (ivermectina), T2, T3, T4 (150, 175, 200 g diatomea/día), no encontrándose huevos de estos parásitos en las muestras de heces fecales, fenómeno que explica (14), los huevos de *Hemonchus* son muy sensibles a las condiciones medioambientales siendo más susceptibles en periodos cuando la temperatura ambiental descende, esto también se puede atribuir a la acción de las Diatomeas según (15), la forma de acción de la tierra de Diatomeas frente a larvas es por medio de la deshidratación ya que a estos los sostiene un sistema de fluidos y al perder el 10% de estos fluidos. (14) (15)

Al medir la eficacia de la ivermectina 1% en bovinos (16) demuestra también una eficacia en la reducción de HPG (huevos por gramo), entre el 97 y 100% (1) al utilizar ivermectina al 4% logra un control total de *Haemochus* y se reportó valores de 0 HPG al cabo de 14 días post aplicación; estos resultados son muy similares a los presentados en esta investigación. (16) (1).

3.2. Comportamiento biológico de los bovinos de engorde por efecto del sexo al aplicar diferentes niveles de tierra de diatomea, como antiparasitario en la estación experimental Fátima.

3.2.1. Peso final, (kg).

De acuerdo con esta variable, los pesos obtenidos a los 120 días de investigación presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), se registra un aumento de peso mayor en los machos con 184,10 kg a diferencia de las hembras cuyo pesos alcanzaron 178,15 kg, (Tabla 2), indica la supremacía en la ganancia de peso de los machos sobre las hembras, esto se debe a lo anotado (17), en los machos la masa proteica del animal crece en proporción al peso y aprovecha de mejor manera la proteína, grasa y agua que el animal acumula, no siendo este el caso de las hembras que llegan a acumular mayor cantidad de grasa lo que retrasa el aumento de su masa proteica, esto lo complementa (18), al utilizar melaza y urea en bovinos en pastoreo logran un peso final a los 60 días de investigación en machos de 400,4 kg a diferencia de las hembras que obtuvieron un peso final de 364 kg, se reafirma de esta manera que los machos tienen una mayor ganancia de peso que las hembras, este hecho lo explica (19), en su artículo científico que los machos crecen más rápido que las hembras por el hecho de que los andrógenos tienen mayor influencia que los estrógenos sobre la estimulación del crecimiento, además los machos tienden a consumir más alimento que las hembras debido a que su tasa metabólica es mucho mayor que el de las hembras. (17) (18) (19).

Tabla 2. Comportamiento biológico de los bovinos de engorde, de la estación experimental Fátima, por efecto del sexo al aplicar tierra de Diatomeas como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales.

Variable	Sexo				E.E	Prob.
	Machos		Hembras			
Peso inicial(kg)	153,20	a	152,05	a	1,73	0,64
Peso final(kg)	184,10	a	178,15	b	1,82	0,03
Ganancia de peso (kg)	30,90	a	26,10	b	0,74	0,00
Ganancia de peso (g)	257,50	a	217,50	b	6,18	0,00
Inicial Eimeria sp (opg)	12,61	a	10,48	a	1,18	0,21
Inicial Haemonchus sp (hpg)	2,93	a	3,62	a	0,76	0,53
Inicial Cryptosporidium sp (opg)	11,75	a	10,95	a	1,03	0,59
Final Eimeria sp (opg)	8,32	a	8,42	a	0,96	0,94
Final Haemonchus sp (hpg)	0,00	a	0,00	a	0,00	0,32
Final Cryptosporidium sp (opg)	3,29	a	2,79	a	0,00	0,62
Orden Strongylidea (hpg)	0,00	a	0,00	a	0,00	1,00

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

3.2.2. Ganancia de peso, (kg)

Para la variable ganancia de peso en bovinos por efecto del sexo, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), entre ellos se observa en los machos una mayor ganancia de peso con 30,90 kg, valor que desciende en las hembras las cuales reportan una ganancia de peso de 26,10 kg, esto se debe a lo anotado por (19), que menciona que la tasa metabólica de los machos es mucho mayor al de las hembras, de esta manera aprovechan y asimilan de mejor manera los micronutrientes presentes a los alimentos. (19)

En su estudio bovinométrico (20) y relación entre el peso vivo y medidas corporales de bovinos lucerna publica que los machos obtienen una ganancia de 116 kg más que las hembras y muestra pesos a etapa de terminación de 437 kg en hembras y 553 kg en machos, infiriendo que sin importar la raza los machos registran mayores ganancias de peso que las hembras. (18), al utilizar melaza y urea en bovinos en pastoreo registró al concluir con 60 días de investigación ganancias de peso para machos de 69,24 kg y 48,72 kg en hembras, respuestas superiores a lo obtenido en esta investigación. (18) (20).

3.2.3. Incidencia parasitaria final

3.2.3.1. Eimeria sp

Concluidos los 120 días de investigación, los análisis coproparasitarios reportan una disminución en la carga parasitaria de Eimeria sp no reportándose diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), por efecto del sexo al aplicar tierra de Diatomeas, obteniéndose conteos finales de OPG (ooquistes por gramo de heces) en machos de 69,22 y en hembras de 70,89 pero si se tuvieron diferencias numéricas en el cual los tratamientos registraron una mayor eficiencia en machos

con un 58,47% vs un 35,46% de las hembras, este fenómeno puede atribuirse a lo que menciona (2), el comportamiento social de los bovinos es muy influyente en el bienestar de la manada, ya que al momento de alimentarse los machos desplazan a las hembras causado estrés y sumisión, siendo estos motivos de una depresión en el sistema inmunológico de las hembras disminuyendo su capacidad de respuesta frente a las enfermedades. Otro factor importante lo aclara (21), las hembras pueden tener una edad menor a los machos lo que las hace más susceptibles a infecciones por coccidios, ya que en su publicación evalúa la prevalencia de eimerias en bovinos muestra que los machos presentan menor prevalencia de coccidias con un 63,8% en comparación al de las hembras que reportaron un 70%. (2) (21).

3.2.3.2. *Cryptosporidium sp*

Al cabo de 120 días de investigación al emplear los cuatro tratamientos T0 (Ivermectina), T1, T2, T3 (150, 175, 200 g diatomea/día) se redujo la carga parasitaria en machos de 138.06 OPG a 10,82 OPG y en hembras de 119,90 OPG a 7,78 OPG estos resultados no reportan diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), de acuerdo con el sexo de los animales, el porcentaje de efectividad de los tratamientos tanto en hembras como en machos es similar teniendo 92,17% en machos y 93,52% en hembras, esta ligera “supremacía” de las hembras se puede deber a lo que publican (21), los machos a inicios de su etapa de pubertad tienden a producir y elevar sus hormonales sexuales, las cuales suprimen la respuesta humoral y celular, por lo tanto pueden llegar a ser susceptibles a ataques de coccideas. La ineffectividad de los tratamientos para erradicar completamente la criptosporidiosis se debe a lo anotado por (22), el tamaño del rebaño está relacionado con el riesgo de infección, debido a que un rebaño numeroso hacinado en un mismo potrero ocupado por más tiempo favorece la continua acumulación de ooquistes, lo cual contribuye a la transmisión y reinfección del parásito (21) (22).

3.2.3.3. *Haemonchus sp*

Al concluir los 120 días de investigación se obtuvo una eficacia del 100% no teniendo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), en el control del parásito reportándose un conteo de HPG (huevos por gramo de heces), de 0 HPG tanto en hembras como en machos, estos resultados muestran que al utilizar tanto ivermectina (T0) como 150, 175, 200 g diatomea/día (T2, T3, T4) se controla eficazmente la parasitosis de este tipo sin importar su sexo (machos o hembras), esta efectividad puede ser explicada por (23), en épocas secas, debido a altas temperaturas medioambientales y humedad relativa baja, por falta de una película de agua las larvas del *Cryptosporidium* no pueden salir de su huevo y si lo hacen, la desecación las elimina, como consecuencia de esto la infección parasitaria es menor. (23).

Al utilizar un extracto de quebracho en el control parasitario en la cría de terneros (24) a las 7 semanas indicó que los terneros que recibieron tratamiento tuvieron promedios de HPG, 16 veces más bajas con respecto al control no tratado, reduciendo de 400 HPG hacia un conteo promedio del 10 HPG, valores por debajo de los obtenidos en esta investigación ya que se logró disminuir los HPG a 0 debiéndose esto a que (25), utilizó animales menores a un año de edad razón por la cual son animales más susceptibles a volver a contraer la enfermedad. (24).

3.3. Beneficio costo al utilizar tierra de Diatomeas como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales en bovinos de engorde.

Al utilizar tierra de Diatomeas como antiparasitario (26) y engorde de bovinos, las respuestas económicas se consideraron un supuesto que los animales salgan a la venta en peso vivo, se registró una rentabilidad equilibrada entre el tratamiento testigo (T0), Ivermectina 1% y el T2 (175 g/diatomea), con un beneficio costo de 1,22 para el T0 y 1,20 para el T3, valores superiores

con respecto a los tratamientos T1 y T3 que reportaron un beneficio costo de 1.18 y 1.16 respectivamente, cabe aclarar que la tierra de diatomea se suministró diariamente en comparación a la ivermectina que se realizó una sola aplicación al inicio del trabajo experimental (27).

4. Conclusiones

Según los resultados obtenidos con la utilización de tierra de diatomea como antiparasitario en bovinos de engorde, se acepta la hipótesis alternativa que dice: con la utilización de tierra de Diatomeas se obtendrán efectos positivos en el control de helmintos gastrointestinales en los bovinos de engorde

1. Los bovinos mestizos que recibieron tierra de diatomea en dosis de 175 g/día presentaron pesos finales de 187,50 kg, ganancia de peso total de 30,20 kg, ganancias de peso diaria de 251,67 g, reducción en la carga parasitaria en *Eimeria* sp de 72%, en *Haemochus* sp de 100% y en *Cryptosporidium* sp del 67,84%, por lo que supera en la mayoría de parámetros a los otros tratamientos evaluados

2. Se obtuvo una mayor eficiencia al utilizar ivermectina únicamente en el control del protozoario del género *Cryptosporidium*, con un 76,84%, de tal manera que supera

3. al mejor tratamiento T2 (175 g diatomea/día), con una eficiencia del 67,84%. Sin embargo en relación a los otros parámetros evaluados peso final, ganancia de peso, incidencia parasitaria final (*Eimeria* sp) fue ampliamente superada por el T2 (175 g diatomea/día).

4. Ninguno de los tratamientos evaluados ofreció una completa efectividad en el control de la parasitosis gastrointestinal, se limitaron a la reducción de cargas parasitarias de los géneros de protozoarios *Eimeria* sp y *Cryptosporidium* sp, además se constató que la tierra de Diatomeas no controla las afecciones por ectoparásitos como si lo hizo la ivermectina.

5. La rentabilidad en el engorde de bovinos se vio emparejada entre el T0 (ivermectina) y el T2 (175 g diatomea/día) cuyos valores del beneficio costo son de 1,22 y 1,20, lo que indica que por cada dólar invertido existe una rentabilidad de 0,22 UDS y 0,20 UDS respectivamente; cabe mencionar que la diatomea fue suministrada diariamente y no como la ivermectina, ya que su aplicación fue de una sola vez lo que deja la incógnita de saber si su beneficio costo aumentará si se suministra diatomea en lapsos de tiempo más amplios.

Referencias.

1. Espinoza, P. 2007. Evaluación de ivermectinas a diferentes concentraciones contra nematodos gastrointestinales en bovinos criollos y mestizos Santacruz-Bolivia. Disponible en <http://www.fcv.uagrm.edu.bo/>
2. Petryna A., Bavera. A. 2002. Etología: Cursos de Producción Bovina de Carne. FAV UNRC. Disponible en www.produccion-animal.com.ar.
3. Molina, A. 2005. Las Diatomeas. Instituto de Investigaciones de la Universidad Católica de Cuyo. Disponible en ocw.um.es.
4. Lozada H, Gutiérrez A, Soto P. 2011. Efecto de la “Tierra de Diatomeas”, como antiparasitario en una ganadería lechera en el Piedemonte Llanero. Vol 2. C. Villavicencio, Colombia. p 11.
5. Arias, P. 2012. Diagnóstico y Evaluación de Tres Tratamientos para Enfermedades Parasitarias, de Bovinos Adultos en el Cantón Francisco de Orellana. Disponible en <http://dspace.espoeh.edu.ec>.
6. Lima, E. 2008. Sulfonamidas y Trimetoprim. Disponible en <http://www.infecto.edu.uy/>.
7. Arias, I. López, G. Aurrecochea, P. 1992. Ganancia en peso de bovinos en pastoreo continuo de restos de cosecha y soca de sorgo en el oriente de Guarico. Ministerio de Agricultura y Cría. Programa de Forrajes.

8. Lartigue E. C., Rossanigo C. 2004. Evaluación insecticida y antihelmíntica de la tierra de diatomea en bovinos. Disponible en www.produccion-animal.com.ar
9. Echeverría, F. 2011. Efecto de un Desparasitante, un Corrector Nutricional y un Anabólico en el crecimiento corporal en Novillos Holstein Fresian Criollos. p53. Disponible en repositorio.utn.edu.ec.
10. Botana, L., Landoni, F Y Jiménez, T (2002). Farmacología y terapéutica veterinaria. Madrid España. Edit McGraw-Hill Interamericana. pp 564-570.
11. Chávez, L. 2006. Manejo integrado de plagas en los cultivos de plátano y banano en Colombia. Disponible en <http://www.engormix.com>
12. Quigley, J., Skins. 2001. Revisión sobre la coccidiosis en becerros. Disponible en www.calfnotes.com.
13. Surumay, Q., Sandoval, Y. 2000. Cryptosporidium sp en bovinos jóvenes de fincas del estado zulla, Venezuela. FONAIAP-Centro de Investigaciones. Disponible en www.produccion-animal.com.ar.
14. Junquera, P. 2014. Cestodos o tenias: gusanos cinta parásitos internos del ganado bovino, ovino, porcino y aviar, perros y gatos; cestodosis, teniasis. Disponible en <http://parasitipedia.net>.
15. Martínez, S. 2012. Tierra de Diatomeas, insecticida y fertilizante orgánico. Disponible en <http://soledadmartinezmunoz.com>.
16. Yunaisy, G., Mencho, J., de Miranda, B., Carrazanai, D. 2014. Eficacia antihelmíntica del Labiomec(Ivermectina 1%) en rebaños bovinos de Camagüey, Cuba. Universidad de Ciencias Pedagógica «José Martí». Facultad de Ciencias. Cuba. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo>.
17. Di Marco, O. 2007. Conceptos de crecimiento aplicados a la producción de carne. Unidad Integrada Balcarce (INTA-FCA Balance). Disponible en www.produccion-animal.com.ar.
18. Carnevali, A., Chicco, C., Shultz, T., Rodríguez S., Shultz, E. 2000. Efecto de la suplementación con melaza y urea para bovinos a pastoreo. Disponible en <http://sian.inia.gob.ve>.
19. Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., Petryna, A. 2005. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Disponible en www.produccion-animal.com.ar.
20. Mahecha, L., Angulo, J., Manrique, L. 2002. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. Disponible en www.produccion-animal.com.co.
21. Colina, J., Mendoza, A., Jara, C. 2013. Prevalencia del parasitismo por Eimeria en bovinos, Bos taurus, del Distrito Pacanga (La Libertad, Perú) y su relación con factores sociodemográficos y ambientales. Disponible en revistas.unitru.edu.pe.
22. Díaz, A. 2012. Criptosporidiosis en ganado bovino. Universidad nacional del nordeste de argentina p 5. Disponible en <http://www.avpa.ula.ve/>
23. Campillo, C., Rojo, V., Martínez, F., Sánchez A., Hernández, R., Navarrete, I., Díez, B., Quiroz, R., Carvalho V. 2002. Parasitología Veterinaria. 1ª ed. Madrid, España. Edit. McGraw-Hill-Interamericana p. 968.
24. Mederos, A., Banchemo, G., 2013. Parasitosis gastrointestinales de ovinos y bovinos: situación actual y avances de la investigación. p 6. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
25. Sumano H, Ocampo L. 1997. Farmacología veterinaria. 2ª ed. México DF: McGraw Hill Interamericana. 685 p.
26. Gil, B. 2006. Engorde intensivo (feedlot), elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
27. Uffo, O. 2011. Producción animal y biotecnologías pecuarias: Nuevos retos. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo>.

DETERMINACIÓN DE SISTEMAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL CUY Y FORMAS DE CONSUMO EN LOS CANTONES DE GUAMOTE, COLTA Y RIOBAMBA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(DETERMINATION OF GUINEA PIG MARKETING SYSTEMS AND FORMS OF CONSUMPTION IN GUAMOTE, COLTA AND RIOBAMBA CITY OF THE CHIMBORAZO STATE)

Usca, J1; Flores, L1 ; Salgado I1; Flores, I1

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

*Correspondencia:0999907651, juscamendez@yahoo.es (J, Usca)

RESUMEN

El estudio realizado en algunos cantones de Chimborazo permitirá, recopilar, establecer y presentar datos económicos, geográficos y culturales que ayuden a la toma de decisiones. Los cuales fueron distribuidos bajo muestreo aleatorio simple, los resultados en función a distribución de frecuencias absolutas y relativas al igual que utilizando estadística descriptiva. Determinándose que: Mayormente (70%) está en base a: Productor - Intermediario - Consumidor y (30%) Productor - Consumidor. Existe preferencia de compra y venta de animales en pie (64.86 - 88.24 %), por lo que prefieren venderlos en plaza alcanzando un 11.6% para la venta en asaderos. Los pesos de los animales para consumo y pie de cría son 2964, 3148 y 2817 g - 745, 942 y 881 g (Riobamba, Colta y Guamote) respectivamente. Los precios de compra están entre 5.86 y 6.57 dólares y a la venta 6.39 y 6.88 dólares, obteniendo utilidades de 0.22 y 0.77 dólares por animal, similar con los pie de cría, que los compran alrededor de 1.75 y 1.78 dólares y los venden entre 2.25 y 2.58 dólares, con una rentabilidad de 0.80, 0.60 y 0.50 dólares por animal. Concluyendo establecer plantas piloto de almacenamiento e industrialización en la Provincia.

Palabras Clave: Comercialización, Cuy, Cantones, Precio, Peso

ABSTRACT

The makes study in some cities of Chimborazo will allow the collection, establishment and presentation of economic, geographic and cultural data to aid decision-making. These were distributed under simple random sampling, results based on absolute and relative frequency distribution as well as using descriptive statistics. Determining that: Mostly (70%) is based on: Producer - Intermediary - Consumer and (30%) Producer - Consumer. There is a preference for buying and selling animals at home (64.86 - 88.24%), which is why they prefer to sell them in the market, reaching 11.6% for sale in burgers. The weights of the animals for consumption and foot of breeding are 2964, 3148 and 2817 g - 745, 942 and 881 g (Riobamba, Colta and Guamote) respectively. The purchase prices are between \$ 5.86 and \$ 6.57 and for sale \$ 6.39 and \$ 6.88, earning profits of \$ 0.22 and \$ 0.77 per animal, similar to the breeding stock, which buy them around \$ 1.75 and \$ 1.78 and sell them between \$ 2.25 and \$ 2.58, with a return of \$ 0.80, \$ 0.60 and \$ 0.50 per animal. Concluding to establish pilot plants of storage and industrialization in the Province.

Keywords: Marketing, Guinea Pig, Cities, Price, Weight

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 en forma de plato típico exótico, entre otros usos, los cuyes presentan un valor cultural espiritual, utilizados además como animal de trabajo, exhibición o compañía. Por otra parte menciona que en Ecuador se practica tres sistemas de producción en cuyes: el familiar – tradicional, familiar – comercial y el comercial (1). La carne de este roedor es excelente, por tener una fuente de proteína más alta en comparación con la de otras especies (2).

La producción de cuyes a nivel de la región andina se encuentra en manos de los campesinos, en unidades productoras menores a 2 ha que suman 460586 familias productoras con un número aproximado de cuyes de 6798132 animales, con una crianza enfocada al autoconsumo. A partir de los proyectos de desarrollo social emprendidos en el país se ha ido tecnificando la producción hasta llegar a una producción familiar-comercial y producciones a gran escala.

En la provincia de Chimborazo, es necesario establecer que en todo su territorio se produce cuyes en cada uno de los cantones, incluyendo aquellos que por su piso agroclimático forman parte de zonas bajas subtropicales (<600 m.s.n.m.). El consumo de carne de cuy en el Ecuador se calcula está aproximadamente en 13 millones de cabezas anuales, a un peso promedio en pie de 2,1 kg. Significa, alrededor de 26.590 Tm anuales. El mayor consumo se calcula está en las zonas rurales especialmente de la región Sierra, donde se presume alcanzan los 2'028.000 las personas consumidores de cuy; en el área urbana se calcula en 1'092.000 los consumidores de cuy. Porcentualmente significa que el 65% de los consumidores se ubican en el área rural y el 35% se ubican en el área urbana. El consumo per/cápita del sector rural está en 1,41 kg/mes, 16,90 kg/año equivalente a un promedio de 8 cuyes al año. En el sector urbano, el consumo per/cápita está en 0,710 kg/mes, 8,52 kg/año equivalente a 4 cuyes P/C año (3).

El consumo de carne de cuy en el Ecuador se calcula está aproximadamente en 13 millones de cabezas anuales, a un peso promedio en pie de 2,1 kg, lo que significa alrededor de 26 590 toneladas anuales (4).

La comercialización del cuy en pie y su carne enfrentan múltiples problemas, siendo los principales los intermediarios, y la baja capacidad de negociación de los productores en pequeña escala, la poca transparencia en la formación de precios, la falta de diferencial en los precios que incentive la producción de animales de mejor calidad. El consumo interno de producto en fresco se ve afectado directamente por la inestabilidad de los precios, sin embargo el principal problema de esta parte de la cadena es que no cuenta con un sistema fuerte de control de calidad que garantice la inocuidad de la carne. Un buen plan de comercialización incluye el conocimiento de los costos de producción y los precios de equilibrio. Parte del cálculo de costos incluye los de comercialización y las distintas alternativas.

2. Materiales y Métodos

2.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en los mercados de los cantones Guamote, Colta y Riobamba de la provincia de Chimborazo donde se comercializan los cuyes, presentando cada uno las siguientes características:

El cantón Colta se halla ubicado al sur de la ciudad de Riobamba, posee una superficie de 840 km², pequeños valles, mesetas, cerros y depresiones forman su territorio irregular (5).

El Cantón Guamote se encuentra ubicado a 50 km de Riobamba, se encuentra a altitud que va desde los 2600 hasta 4500 m.s.n.m., su temperatura media anual es de 13,7 °C, constituyendo dos tipos de clima: invierno húmedo frío en los meses de octubre a mayo y verano, cálido, seco, ventoso de junio a septiembre. La precipitación es de 681,3 mm/año (6).

La ciudad de Riobamba 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 (7).

El tiempo de duración de la investigación fue de 120 días, distribuidos en el diagnóstico de mercado y comercialización del cuy, definir los sistemas de comercialización, formas de consumo; determinación de precios, pesos, entre otras.

2.2 Unidades experimentales

En el presente trabajo, el universo de estudio estuvo conformado por los productores, comerciantes y consumidores finales, que realizan su actividad económica o que compran sus productos en las ferias de los cantones Colta, Guamote y Riobamba, aplicándose en total 158 encuestas, que correspondieron a 75 encuestas aplicadas en Riobamba, 29 en Colta y 54 en Guamote, las mismas que se convirtieron cada una en una unidad experimental.

El número de productores y comerciantes fue tomado en función al listado que se obtuvo de los mercados donde se realizó la investigación, ya que fue un pedido establecido por las organizaciones que ayudaron con la investigación.

2.3 Tratamientos y diseño experimental

Por la naturaleza misma de la presente investigación, no se establecieron tratamientos y se adecuó el estudio a un muestreo aleatorio simple en función de los sistemas de comercialización y formas de consumo.

2.4 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron fueron las respuestas obtenidas en las encuestas, las mismas que tuvieron en su mayoría preguntas de contestación cerrada, a excepto del precio, peso y destino de los cuyes, las mismas que se agruparon en las siguientes categorías:

1. Tipo de comprador y propósito de los cuyes.
2. Formas y lugar de comercialización de los cuyes.
3. Pesos y precios de los cuyes, y
4. Proyección para la industrialización de la carne de cuy.

2.5 Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Por la naturaleza misma de la presente investigación, no se establecieron tratamientos y se adecuó el estudio a un muestreo aleatorio simple en función de los sistemas de comercialización y formas de consumo.

3. Resultados y Discusión

3.1 Tipo de comprador y propósito de los cuyes

Se entiende por comercio en sentido estricto la compra de mercancías o efectos para su reventa, hecha de modo habitual y sin introducir regularmente modificaciones en la forma o substancia de dichos bienes (8).

Las respuestas obtenidas del tipo de comprador y propósito de la compra de los cuyes, en los cantones Riobamba, Colta y Guamote, las mismas que se analizan a continuación de acuerdo a las interrogantes planteadas, pero debiendo tenerse en cuenta que la cuantificación de la producción y comercialización, se vuelve por demás complicada para la elaboración de cualquier estudio, al enfrentarnos ante una dispersión y pulverización de la producción, en prácticamente todas las regiones andinas ecuatorianas (3).

El consumo del cuy en Ecuador está vinculado con las épocas de siembra y cosecha, rituales y festividades como San Pedro y San Pablo, Yamor, Inti-Raymi, etc. Se lo sirve en las fiestas comunitarias, en las bodas y hasta se lo prepara para mujeres en estado de gestación (9).

La comercialización realizada de forma simultánea por un sinnúmero de productores individuales, al igual que grupos o asociaciones conformadas regionalmente y últimamente incorporadas sistemas empresariales de crianza, procesamiento y comercialización de cuyes mejorados, complica la identificación clara de quién vende, dónde vende, a quién vende o compra, a qué precio y en qué estado el producto es comercializado (en pié o faenado) entre las varias interrogantes del mercado que generalmente se plantean en un estudio de mercado.

3.1.1 *¿Ha recibido capacitación en la crianza de cuyes?*

Al consultarles a las personas que se encontraban comprando o vendiendo cuyes en los ferias de los cantones de Riobamba, Colta y Guamote, si habían recibido capacitación en la crianza de cuyes, en su mayoría respondieron que no, por lo que se considera a este segmento de personas como comerciantes, que alcanzan en Riobamba el 77.33 %, en Colta 72.41 % y en Guamote el 83.33 % de los encuestados. En cambio, que los que recibieron capacitación alcanzan en Riobamba el 22.67 %, en Colta el 27.59 % y en Guamote el 16.67 % de las personas que venden sus cuyes en estas ferias, considerándose que estas personas son productores, ya que afirmaron tener los conocimientos técnicos o que recibieron en alguna oportunidad capacitación técnica del manejo y cuidado de estos animales.

La clasificación del cuy (*Cavia porcellus*) se refiere a un sinnúmero de grupos, entre estos tenemos los más estudiados que son, por pelaje, por color de pelaje y por conformación en dónde se encuentran los criollos y mejorados de Tipo A y Tipo B (10).

3.1.2 *¿Qué tipo de comprador es usted?*

Los encuestados al responder la pregunta de qué tipo de comprador es, se encontró una considerable variabilidad de las respuestas entre cantones, por cuanto en el cantón Riobamba, predominan los consumidores finales (44.45 %), seguidos por los comerciantes minoristas en el orden del 33.33 % y en menor proporción los comerciantes mayoristas (22.22 %); registrándose similar comportamiento en el cantón Guamote, ya que de los consultados el 46.30 % fueron consumidores finales, el 27.78 % comerciantes minoristas y el 25.93 % mayoristas, en cambio que en el cantón Colta, la proporción de consumidores finales y comerciantes mayoristas van a la par, registrándose una frecuencia del 37.93 % en cada grupo y menor cantidad de comerciantes minoristas (24.14 %), considerándose por tanto, que en los mercados de los cantones analizados, los sistemas de comercialización, en su mayoría se efectúa a través de los comerciantes mayoristas y minoristas. Muy pocos productores llegan directamente al consumidor final, por cuanto se registra una gran cantidad de intermediarios dedicados al acopio de cuyes que está en función de la cantidad de animales disponibles (11).

El comercio mayorista se caracteriza por adquirir productos a fabricantes y otros mayoristas y distribuirlos a otros mayoristas, distribuidores, minoristas e incluso fabricantes, pero no a los consumidores finales, mientras que el comercio minorista es el que vende los productos al con-

sumidor o usuario final (12).

3.1.3 ¿Qué tipo de cuyes adquiere usted?

Respecto a la pregunta de qué tipo de cuyes adquiere, que representa al grupo genético de los animales, la mayor parte de consultados señalaron que prefieren los animales cruzados (criollos y mejorados), pues registraron respuestas afirmativas para este tipo de cuyes, el 69.33 % en Riobamba, 83.33 % en Guamote y el 89.66 % en Colta. En menor proporción se registró la preferencia de los animales mejorados, siendo mayor en Riobamba (24.00 %), que en Guamote (11.11 %) y Colta (6.90 %), debido a que estos tienen un mayor costo de venta y la mayor parte lo adquieren como reproductores o pie de cría, ya que los cuyes mejorados o cuy criollo es sometido a un proceso de mejoramiento genético, es precoz por efecto de la selección y en los países andinos se lo conoce como «peruano» presentan una conformación física semejante a un paralelepípedo, con gran desarrollo muscular, tienen buena conversión alimenticia y de temperamento tranquilo por lo que es considerado un clásico productor de carne (13).

En cambio, los animales criollos son los menos preferidos en estas ferias ya que únicamente se registraron respuestas favorables en el orden del 3.45, 5.56 y 6.67 % de los consultados en las ferias de Colta, Guamote y Riobamba, respectivamente, ya que estos cuyes son de Tamayo pequeño, de coloración gris o ruano, con mezcla de pelos negros, blancos y colorados, no responden bien al manejo en cautiverio (14).

Los tipos de métodos de crianza también se vuelven un factor importante al momento de adquirir mencionado animal, ya que existen el sistema de crianza familiar- comercial la que tiene doble objetivo la venta de la materia prima y también la del propio consumos y la crianza comercial en la cual se invierten recursos económicos para obtener un producto de calidad y económicamente rentable (15).

3.1.4 ¿Para qué compra usted los cuyes?

Los encuestados indicaron que la compra de los cuyes tienen diferentes propósitos, prevaleciendo la opción de la reventa que en Colta, Guamote y Riobamba llegan al 55.17, 40.32 y 39.54 %, respectivamente, ratificándose por tanto, que en estos mercados existen gran cantidad de comerciantes o intermediarios, aunque también tiene importancia las respuestas registradas que lo adquieren para consumo familiar, por cuanto de los encuestados que indicaron esta respuesta en el cantón Riobamba fueron el 38.37 %, en Colta el 37.93 % y en Guamote el 40.32 %, lo que puede deberse a costumbres arraigadas, ya que tienen connotación cultural y tradicional de ser consumido, al igual que las creencias que se practican en las zonas rurales (16).

Adicionalmente también se registró que los cuyes lo adquieren para ser entregados o comercializados en asaderos, aunque su frecuencia es menor, pero es considerable en los cantones de Riobamba y Guamote que presenta respuestas de 22.09 y 19.35 %, en su orden, no así en Colta que fue de apenas el 6.90 %, pudiendo deberse estas respuestas a que en Riobamba y Guamote, hay gran influencia de turismo local, nacional e internacional, siendo los restaurantes los principales transformadores del producto al preparar platos gastronómicos como el cuy asado y el locro de cuy. Dichos potajes son generalmente de origen tradicional-serrano, específicos de una zona geográfica. Por esta razón los restaurantes que preparan el cuy se especializan en comida tradicional de la sierra (11).

Con relación a la ciudad de destino de los cuyes que se comercializan en la feria de Riobamba, el 54.55 % señala que los lleva a Guamote, el 36.36 % lo comercializa en el mismo mercado y el 9.09 % los trasladan a Colta; los cuyes que se los compra en Colta, en cambio los encuestados señalan que el 62.50 % lo llevan a Riobamba, el 18.75 % a Guamote, el 12.50 % lo revende en el mismo mercado y el 6.25 % traspasa las fronteras provinciales, ya que los llevan a ser comerciali-

zados en el cantón Quero de la provincia de Tungurahua. Los cuyes que se adquieren en Guamote, tienen mayor dispersión, por cuanto el 39.39% lo destinan a Riobamba, el 25.00% se comercializa en el mismo mercado, el 17.84 % va Colta, el 7.14 % a Quero, con similar proporción a Cañar (7.14 %), y el 3.57 % afirma que los transfieren a otros sectores del mismo cantón.

A diferencia de la sierra central en el norte del país un cuy cuesta entre 16 y 22 dólares, dependiendo del tamaño del animal, incluida la preparación y el acompañamiento, en promedio, en Carchi se consumió un kilogramo de carne de cuy per cápita entre 2003 y 2008, lo cual supera en casi 100% el promedio nacional, según el último Estudio de Oferta y Demanda de Actores y Agendas de Fortalecimiento de las Cadenas Priorizadas en la Provincia del Carchi, realizado en 2010 (17).

3.2 Formas y lugar de comercialización de los cuyes

3.2.1 ¿Cómo vende usted los cuyes?

Al consultarles como venden los cuyes, en los tres cantones, se registró que la gran mayoría vende los animales en pie, por cuanto las frecuencias observadas fueron en Riobamba, 78.43 %, Colta 88.24 % y Guamote 64.86 %, debido posiblemente a que la mayor parte de personas que venden estos animales son comerciantes o intermediarios. Además, se confirma que entre las formas de comercialización, el mayor número de productores realiza la venta de cuy gordo en pie y al ojo, pie de cría, y hembras de descarte en pie (3).

Adicionalmente las respuestas de los encuestados en Riobamba y Colta, el 11.76 % (en ambos casos), señalaron que lo compran para venderlos asados, en tanto que las personas que indicaron venderlos pelados fueron de 9.80 % en Riobamba y una gran proporción en Guamote que alcanza el 32.43 %, lo que puede deberse a que en este cantón hay una gran influencia de turistas, por lo que los principales transformadores que intervienen en el proceso comercial y de consumo de los cuyes son los restaurantes (16). Su alta popularidad y consumo cultural le ha convertido en producto muy apetecido fuera de su ámbito natural (crianza rural), extendiéndose hacia los consumidores de áreas urbanas a todo lo largo y ancho del país, lo que justifica que exista un gran cantidad de personas que venden el cuy pelado, porque es más fácil y perdurable al transportarlo (3).

3.2.2 ¿En qué lugar vende a sus cuyes?

Las personas involucradas en comprar y vender los cuyes, en su mayoría la venta lo realiza en los mercados locales, como lo confirman el 62.96 % de los consultados en Riobamba, el 83.33 % en Colta y el 53.85 % en Guamote, existiendo también una alta frecuencia de las personas que los venden en los asaderos por cuanto los que realizan en este lugar son: el 33.33 % en Riobamba, 11.11 % en Colta y el 43.59 % en Guamote; en cambio, que una pequeña parte de los encuestados (3.70, 5.56 y 2.56 %, en Riobamba, Colta y Guamote, respectivamente), indicaron que estos venden los cuyes sean en el mercado o en las cuyeras. La crianza mediante un sistema artesanal hacen que los costos se dupliquen, por lo tanto para recuperar la inversión se tiene que vender a precios elevados siendo la causa por la que varias personas no adquieran con mayor frecuencia el producto, y por otra parte hace que los locales de comida eviten incluir este menú (18).

3.2.3 ¿En qué lugar compra los cuyes?

En la investigación se determinó únicamente dos lugares de donde los adquieren, en el mercado y en el mercado y cuyera, siendo los mercados el sitio de mayor frecuencia, por cuanto en Riobamba, lo realiza el 66.27 %, en Colta el 75.86 % y en Guamote el 59.26 %, en tanto que los que señalaron que compran indistintamente tanto en cuyeras como en los mercados, de acuerdo a la disponibilidad de los animales fueron en el orden de 33.73 % en Riobamba, 24.14 % en Colta y el 40.74 % en Guamote, por lo tanto, determina que el mercado de comercialización de los cuyes es un mercado netamente informal, por lo que se requiere de un cambio de actitud de los actores,

en los aspectos técnico-productivos y socio organizativos. Esto permitirá mayor seguridad en las ventas y en muchas ocasiones precios más (3). En la actualidad existe una transacción directa de consumidor a productor, generalmente a nivel de granja, vivos con pesos no menores a 700 gramos independientemente de edad, tipo y calidad (19).

3.3 Pesos y precios de los cuyes

3.3.1 ¿Qué peso deben tener los cuyes que usted compra?

Preguntándoles a los encuestados sobre qué peso deben tener los cuyes que compra para el consumo, se registró respuestas que creíbles y no creíbles, en todos los mercados consultados, ya que en Riobamba, se registró de acuerdo al formulario proporcionado valores entre 1364 y 4091 g, con una media general de 2964+586 g, en Colta fueron entre 1818 y 3636 g, con un promedio de 3148+435 g, y en Guamote los pesos fluctuaron de 1364 a 4091 g con una media de 2817+738 g, pudiendo considerarse únicamente los menores valores registrados, ya que estos se ajustan a los pesos de los animales considerados descartes, por otra parte el mercado nacional acepta diferentes tipos de carcasa de acuerdo a la forma de preparación, las mismas que indican que el cuy para freír debe ser entre 1000 y 1100 g, para asar de 1300 a 1400 g y que los animales de descarte pesan entre 2000 y 3000 g, siendo estos últimos valores los que más se aproximan a los que prefieren en los mercados los compradores (20).

Con relación a la compra de los animales para pío de cría, los pesos proporcionados por los compradores se ajustan entre los animales destetados y los que están aptos para la reproducción, ya que en Riobamba se indicó que estos deben tener entre 455 y 909 g con una media de 745+173 g, en Colta y Guamote requieren animales de mayor peso y que fluctúan entre 682 y 1364 así como de 682 a 909 g, con medias para ambos casos de 942+204 g y de 881+80 g, en su orden, pudiendo alcanzarse estos pesos únicamente en criaderos donde se maneja con mejor tecnología, generalmente son animales de mejores características genéticas, las mismas que se venden cuando alcanzan pesos entre 700 a 800 gramos en promedio, para lo cual desde la crianza deberá tener pesos óptimos que van desde el primer empadre debe iniciarse cuando los machos tienen 4 meses, ya que a esta edad se han desarrollado no sólo en tamaño sino que han alcanzado la madurez sexual. Su peso supera 1,1 kg, y es mayor al de las hembras en un 34 por ciento, lo que les permite establecer en la poza de cría una relación de predominio sobre las hembras, que son mantenidas en una proporción de 1:7. Al mes del empadre éstas pesan más de 1,4 kg, y siguen desarrollándose hasta los 24 meses, edad en que su peso de adulto supera los 2,8 kg (21).

3.3.2 ¿A qué costo compra los cuyes?

Al momento de comprar el cuy en diferentes lugares del país el promedio es de \$ 8,50, cuando al productor se le paga \$ 6,50, afirmando que suben el costo por que tienen necesidades económicas para mejorar las cuyeras, conociendo que los intermediarios son los encargados de subir estos costos (22).

Con relación a los precios que se compra los cuyes, los entrevistados indicaron que los animales para consumo en Riobamba oscila en 6.17+1.21 dólares, en Colta 6.57+1.15 dólares y en Guamote en 5.86+1.18 dólares, debiendo tenerse en cuenta que este sería el precio de animales cuyos pesos oscilan entre 1364 y 4092 g de acuerdo a sus respuestas.

De igual manera los precios de compra de los animales considerados para pío de cría, estos fueron casi homogéneos en todos los mercados, ya que estos fueron de 1.78+0.71, 1.75+0.46 y 1.75+0.54 dólares/animal, en los mercados de Riobamba, Colta y Guamote, respectivamente, debiendo aclararse que los precios tanto para consumo como para pío de cría oscilan de acuerdo al peso de los animales, sin tomar en cuenta el grupo genético del animal, aunque como ya se indicó, el cuy criollo según es un animal pequeño muy rústico, criado principalmente en el sistema

familiar, su rendimiento productivo es bajo, por lo que para su comercialización tiene un costo menor (23).

3.3.3 ¿A qué costo vende los cuyes?

De acuerdo a un estudio, existían 21 millones de cuyes, de estos el 35% correspondían a hembras reproductoras. “Esto significa que existen alrededor de 13 millones disponibles para el consumo” en el país (24).

Los comerciantes compran los productos que después revenden a precios mayores, ya que esta actividad comercial no se realiza de forma gratuita, es una actividad lucrativa, por lo que los precios a los que venden los cuyes para consumo son de 6.39+1.08, 6.88+0.90 y 6.63+1.23 dólares, en las ferias de Riobamba, Colta y Guamote, en su orden, estableciéndose en esta categoría ganancias entre 0.22 y 0.77 dólares por animal y que corresponden a los mercados de Riobamba y Guamote, respectivamente, que son los casos extremos. Sucediendo al similar respecto al precio de venta de los animales para pío de cría, ya que estos fueron de 2.58+0.38, 2.35+0.53 y de 2.25+0.58 dólares, en el mismo orden de los mercados, es decir, Riobamba, Colta y Guamote, obteniendo los comerciantes rentabilidades de 0.80, 0.60 y 0.50 dólares por animal revendido. Dentro de la comercialización es captada por los intermediarios siendo esta la forma más usual para la compra de cuyes, ya sea para asaderos o reventa (25).

3.4 Proyección para la industrialización de la carne de cuy

La carne de cuy es de fácil digestibilidad, baja en grasa con 140 Kcal/100g, de carne, con 65 mg de colesterol/100 g de carne, que corresponde a la mitad de lo que contiene la carne de vacuno, ovinos y porcinos, muy similar a las carnes de pescado y avestruz. Por otra parte es una carne que posee importantes minerales como el hierro, el zinc, y el magnesio, además de un alto contenido de vitaminas del complejo B, tales como la cianocobalamina, B12, niacina B3 y piridoxina B6 (26).

Por lo que al consultarles ¿Conoce usted si se industrializa la carne de cuy?, la mayoría, indicó que no conoce, representando este segmento, en Riobamba el 64.00 % de participantes, en Colta el 82.76 % y en Guamote el 85.19 %, deduciéndose en este caso que posiblemente en su mayoría eran comerciantes y algunos consumidores finales, en cambio que en una pequeña cantidad de personas afirmaron que si conocen algunos productos industrializados del cuy, pero que estos productos no se disponen en el mercado local, como lo es el cuy asado y el loco de cuy.

De igual manera, al preguntárseles que para que exista una mayor rentabilidad, ¿Le gustaría conocer nuevas líneas de mercado?, los participantes que contestaron afirmativamente fue el 50.67 % en Riobamba, 34.48 % en Colta y el 59.26 % en Guamote, siendo estos en su mayoría productores, ya que piensan que esta actividad debe generar una mayor rentabilidad económica y la única manera de conseguir esto es industrializándole, para darle un valor agregado a la explotación de los cuyes. Siempre teniendo en cuenta que la preparación y procesamiento de la carne de cuy depende de las costumbres culinarias de cada país de donde se produce la especie (27).

Tabla 1. Composición nutricional de carne de diferentes especies animales (Pascual et. al., 2016) (28)

Especie	Proteína%	Grasa%	Caloría
Cuy	20.3	7.8	960
Conejo	20.4	8.0	1590
Cabra	18.7	9.4	1650
Ave	18.2	10.2	1700

Vacuno	18.7	18.2	2440
Porcino	12.4	35.8	3760
Ovino	18.2	19.4	2530
Pollo	18.2	10.2	1700

El rendimiento en la canal está determinado por varios factores, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: La alimentación, la edad y la genética. El rendimiento promedio de carne de cuyes enteros es de 65%, el 35% restante corresponde a las vísceras con 26,5%, pelos 5,5 % y 3 % de sangre (29).

La carne de cuy, al tener un Ph alto, aproximadamente 6, posee una mayor solubilización de proteína cárnica y por ende una mayor capacidad emulsificante, siendo una adecuada materia prima para la elaboración de embutidos (30).

4. Conclusiones y Recomendaciones

La mayor parte de usuarios de las ferias que se realizan en los cantones de Riobamba, Colta y Guamote, afirmaron no haber recibido capacitación en la crianza de cuyes, en gran parte, son consumidores finales, siendo alta la participación de los comerciantes mayoristas y minoristas.

Los sistemas de comercializan determinados en estos mercados son los siguientes: en su mayoría (70%): Productor -Intermediario -Consumidor final. En muy poca frecuencia (30%): Productor - Consumidor final.

No tiene importancia el grupo genético de los animales que compran, prevaleciendo la categoría de mejorados y criollos (cruzados), por cuanto los adquieren para consumo familiar o para revenderlos en el mismo mercado, así como en diferentes mercados de los cantones Guamote, Colta, Riobamba, Quero y Cañar.

Existe mayor preferencia de compra y venta de animales en pie (entre 64.86 y 88.24 % de los encuestados), por lo que prefieren venderlos en la plaza y en una considerable proporción de entrevistados los vende a los asaderos.

Los pesos de los animales que prefieren para consumo son de 2964+586, 3148+435 y 2817+738 g, en los cantones de Riobamba, Colta y Guamote, respectivamente; cambio que los pesos de los animales para pie de cría son de 745+173, 942+204 y 881+80 g, en el mismo orden.

Los precios de compra de cuyes para consumo eran entre 5.86 y 6.57+1.15 dólares, pero a la venta los fijan entre 6.39 y 6.88 dólares, obteniendo utilidades de 0.22 y 0.77 dólares por animal, sucediendo algo parecido con los animales de pie de cría, que lo compran alrededor de 1.75 y 1.78 dólares y los venden entre 2.25 y 2.58 dólares, consiguiendo los comerciantes rentabilidades de 0.80, 0.60 y 0.50 dólares por animal revendido en las ferias de Riobamba, Colta y Guamote, respectivamente.

Al ser los usuarios en su mayoría comerciantes, no se interesan por la conocer las formas como industrializar la carne de cuy.

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

Estructurar las ferias de los animales en los cantones Riobamba, Colta y Guamote, sectorizando a los productores y los comerciantes, para de esta manera propender a que los productores tengan mejores beneficios económicos respecto a los que alcanzan actualmente y que a su vez puedan competir con los precios de los comerciantes, estableciendo un sistema de comercialización Productor -Consumidor.

Capacitar y difundir entre los productores de cuyes los beneficios que se puedan alcanzar, al establecer la cadena integral de producción, procesamiento y comercialización del cuy en la provincia de Chimborazo.

Establecer plantas piloto en los cantones de Chimborazo para que destinen su producción (animales vivos) hacia la industrialización y puedan darle a este un valor agregado produciendo varios preparados y en diferentes presentaciones, entre los cuales se pueden mencionar cuy refrigerado, cuy enlatado, presentación y comercialización en cortes, entre otros

Referencias

1. Avilés D, Landi V, Delgado J, Martínez A. 2014. El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy. AICA, 38-40.
2. Coronado D, Parrado, M. Mejorando la Crianza de Cuyes en Cutervo, Microcuenca del Chotano Lima. [Internet]. 2010 [citado 02 de enero 2011] 1: 17-24. Disponible en: <http://www.escaes.net/descargas/mej-cri-cuyes-cutervo.pdf>
3. Rovayo J. Panorama de la cadena integral de producción, procesamiento y comercialización del cuy en las provincias andinas - zona centro - sur. [Internet]. 2009 [citado 10 de noviembre 2010] 1: 4-10. Disponible en: <http://www.pab.ec>
4. INEC [Página principal en Internet], Quito: INEC; 2002 [actualizada en abril de 2005; acceso diciembre 2010]. [aprox. 5 pantallas]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
5. Perez-Ocaña A. Análisis de los rasgos Textiles representativos del cantón Colta. Aplicación en el diseño de un programa señalético turístico [Tesis de posgrado]. Riobamba: ESPOCH; 2013
6. GAD Municipio de Guamote [Página principal en Internet], Guamote: GADMG; 2010 [actualizada en abril de 2017; acceso abril 2017]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.municipiodeguamote.gob.ec/guamote/historia/146-los-pueblos-origenarios>
7. Obando-Llarrea M. Diagnóstico del nivel de formación profesional de los guías turísticos especialidad naturalistas que operan en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo. [Tesis de posgrado]. Riobamba: UNACH; 2010.
8. Ballvé F. Naturaleza e importancia del comercio. Vol 1. 18a ed. Barcelona: Edumed; 2004.
9. El Telégrafo. [Página principal en Internet], Guayaquil: El Telégrafo; 2016 [actualizada en mayo de 2016; acceso julio 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/>
10. INIAP. [Página principal en Internet], Quito: INIAP; 2010 [actualizada en marzo de 2013; acceso febrero 2014]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/>
11. Ordoñez R. Principales Actores del proceso de comercialización del cuy. [internet]. 2009 [citado 10 de octubre 2010]; 17-25. Disponible en: <http://www.perucuy.com>
12. Godás L. 2007. La distribución: Comercio Mayorista y Minorista. Gestión, 26: 111-112.
13. Chauca L. 1997. Reproducción y manejo de la producción, Cuyes. 5; 70-80.
14. Caicedo A. 2011. Producción sostenible de cuyes, Asindetec. 3; 20-25
15. CARITAS. 2015. Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú, Caritas. 1; 10-18.
16. Muñoz A. Plantas medicinales y Aromáticas. Vol 3. Reimpres. ed: 1996
17. Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica. [Página principal en Internet], Quito: Andes; 2012 [actualizada en septiembre de 2013; acceso septiembre 2016]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.andes.info.ec/>
18. Gómez-Lucero F. Elaboración de un modelo para la comercialización de cuyes en la provincia del Azuay. [Tesis de posgrado]. Cuenca: UPS; 2014.
19. Semperteguí X, Asociatividad para la crianza y comercialización del cuy en la provincia del Azuay. [internet]. 2009 [citado 05 de marzo 2015]; 4-8. Disponible en: <http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/td4206.pdf>
20. El Comercio. [Página principal en Internet], Quito: El Comercio; 2001 [actualizada en no-

- viembre de 2009; acceso julio 2010]. [aprox. 2 pantalla]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com>
21. El Universo. [Página principal en Internet], Guayaquil: El Universo; 2012 [actualizada en mayo de 2013; acceso enero 2013]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/>
22. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 2005. Producción de Cuyes en los países Andinos. FAO. 2: 10-11
23. La Hora. [Página principal en Internet], Quito: La Hora; 2017 [actualizada en mayo de 2017; acceso en mayo 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://lahora.com.ec/>
24. Portalagrario. [Página principal en Internet], Lima: Portalagrario; 2011 [actualizada en abril de 2016]; acceso en febrero 2017]. [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: <http://www.portalagrario.gob.pe>
25. Díaz F, 2006 Plan de negocios Asociación de Cuyicultores del Municipio de Pasto, COOP-CUY. 2: 40-48
26. Gil V, 2007. Producción competitiva de cuyes. Reunión ALPA; 2007 Feb 02-04; Cusco; ALPA; 2008
27. Caycedo V. (2006). Alimentación alternativa en la producción de cuyes, ASOPRAN. 3: 20-22
28. Pascual G. 2013. Parámetros productivos de Cuyes. ASOPRAN. 2 10-18
29. Carballo. Manual de crianza de cobayos. [internet]. 2009 [citado 14 de Abril 2010]; 4-8. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311349387_Manual_de_crianza_de_cobayos
30. Torres-Bonilla E. Formulación y desarrollo de productos cárnicos a base de carne de cuy cavia porcellus, para una línea gourmet. [Tesis de posgrado]. Quito: UDLA; 2015.

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE PROVEEDORES Y DISTRIBUIDORES EN LA CADENA DE SUMINISTROS DE LA LECHE DE GANADO VACUNO.

(PROCEDURE FOR THE EVALUATION OF SUPPLIERS AND DISTRIBUTORS IN THE MILK SUPPLY CHAIN OF CATTLE)

O. Parada Gutiérrez(1)*, C. Delgado(2), D. Almeida López(3), A. Santillán Obando(4)
C. Guerra Flores(5)

(1) (2) (3) (4) (5) 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

La gestión de la cadena de suministros refiere la evaluación de los proveedores y clientes para garantizar eficiencia y satisfacción de cada una de las organizaciones que participan en el abastecimiento de los productos. El objetivo de este artículo fue desarrollar un procedimiento para el análisis de los proveedores y distribuidores de la leche de ganado vacuno con un enfoque multicriterio. El procedimiento fue validado mediante un muestreo no probabilístico con informaciones de 29 importantes productores que participaron en la Exposición de Producción, Macají, Riobamba 2017. En la investigación, se utilizó el método sistémico estructural funcional para comprender el funcionamiento de la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno. El procedimiento propuesto se estructuró en cuatro etapas que posibilitaron clasificar y evaluar los proveedores de productos. También se utilizó la técnica de la encuesta para obtener la información relacionada con las percepciones de los productores con relación al servicio que brindan sus proveedores y distribuidores y el software “Decisión”, para determinar los requisitos de evaluación y su prioridad. Entre los principales resultados se destacan la evaluación multicriterio de proveedores y distribuidores, así como, las acciones correspondientes para mejorar sus relaciones en la cadena de suministros.

Palabras claves: cadenas de suministros, proveedores, evaluación de proveedores, distribuidores de leche

ABSTRACT

Supply chain management refers to the evaluation of suppliers and customers to ensure efficiency and satisfaction of each of the organizations involved in the supply of products. The objective of this article was to develop a procedure for the analysis of suppliers and distributors of cow's milk with a multi-criteria approach. The procedure was validated by a non-probabilistic sampling with information from 29 important producers who participated in the Production Exhibition, Macají, and Riobamba 2017. The research used the systemic structural functional method to understand the functioning of the milk supply chain of cattle. The proposed procedure was structured in four stages that made it possible to classify and evaluate the suppliers of products. The survey technique was also used to obtain information related to the producers' perceptions regarding the service provided by their suppliers and distributors and the “Decision” software to determine the evaluation requirements and their priority. Among the main results obtained are the evaluations through several criteria of suppliers and distributors, as well as the corresponding actions to im-

prove their relationships in the supply chain.

Key words: supply chains, suppliers, supplier evaluation, milk distributors

1. Introducción

Los productos lácteos, y en particular la leche, constituyen una fuente inigualable de alimentos para los seres humanos, además de contribuir a la generación de beneficios económicos y sociales a través de la cadena de suministros y comercialización.

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. (1) 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. (2)

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.

La logística cumple básicamente acciones de servicio, presta asistencia a la gerencia y al Marketing, en el momento que el cliente interno y externo lo requieren, y agrega al producto un importante valor de oportunidad. El objetivo central de la logística es llevar el producto de la mejor calidad al lugar y en el momento que lo requiere el cliente y al menor costo posible. (3)

En correspondencia a la anterior afirmación se puede constatar que la logística supone un carácter integrador y sistémico que refiere en el contexto de la gestión de la cadena de suministros actividades de entrega de productos, transporte y almacenamiento entre los diferentes actores que componen la cadena de suministros. (4)

1.1 El análisis de proveedores en la gestión de la cadena de suministros

El enfoque de la cadena de suministros, refiere basar las relaciones entre clientes y proveedores en la cooperación e integración de elementos como: la calidad del producto, la estabilidad en el suministro y tiempo de entrega, intercambio de información, tecnologías de producción, confianza y fidelización a largo plazo. En (5) se señala que “aquellas empresas que se han destacado por su calidad en el servicio y su inversión en el desarrollo de herramientas que le permiten tener un mayor acercamiento a sus clientes, son instituciones exitosas que establecen que es mucho más importante conocer a sus consumidores que reunir solo información transaccional de sus acciones.”(p.131).

De igual manera, se señala que no es posible proyectar una estrategia adecuada en el establecimiento de relaciones con los proveedores, si antes no se ha realizado una evaluación de las fortalezas y debilidades de los suministradores potenciales. Este criterio, apunta a las ventajas que se derivan de la reducción del número de proveedores y a una mayor flexibilidad en el empleo de otras estrategias para seleccionar a los suministradores de una organización. (6)

Consecuentemente con el criterio de reducir el número de proveedores, también se manifiesta la tendencia a la sustitución de las inspecciones en la recepción de los suministros, por la evaluación y certificación integral de los proveedores. Al respecto, también se señala que la certificación de los proveedores permite a los compradores asumir que los proveedores cumplirán con ciertos

requisitos de calidad y servicio de los productos amparados por la certificación, reduciendo así la cantidad de inspecciones en los aprovisionamientos y la necesidad de una frecuente evaluación de proveedores. (7)

Del mismo modo, para afianzar las relaciones entre los proveedores y la empresa se destacan algunos aspectos como: la calidad de las materias primas, los compromisos de los directivos y orientación a la calidad total, fundamentalmente, productos perecederos y de estacionalidad. Asimismo, refieren también que variables del entorno, como el grado de concentración, la competencia, el entorno legal, aspectos sociales, económicos y los sistemas de trazabilidad, contribuyen a incrementar el nivel de relación de los proveedores con la empresa. (8)

Con relación al análisis de proveedores existen tres aspectos que han sido desarrollados ampliamente, debido a su impacto en la toma de decisiones y resultados de la organización ante su entorno. Ellos son: la gestión de proveedores como parte de la gestión de cadenas de abastecimiento, la selección de proveedores como decisión estratégica y pilar fundamental del enfoque competitivo empresarial y las técnicas y métodos de apoyo a la decisión de seleccionar proveedores. (9)

En (10), se señala la existencia de gran cantidad de métodos de decisión para apoyar el proceso de selección de proveedores en un marco que toma en cuenta la diversidad de las situaciones de adquisición en términos de complejidad e importancia y abarca todas las fases del proceso de selección de proveedores desde la definición inicial del problema, la formulación de criterios, la calificación de proveedores potenciales y la elección final entre los proveedores calificados.

En la gestión contemporánea de la cadena de suministro, el rendimiento de los proveedores se evalúa en función de múltiples criterios en lugar de considerar un único factor-coste, enfatizando la aplicación de los enfoques de toma de decisiones multicriterio para la evaluación y selección de proveedores. (11)

Con relación a los enfoques de toma de decisiones multicriterios para la evaluación y selección de proveedores, se han propuesto muchos enfoques individuales e integrados. No obstante, la implementación de las cuestiones ambientales (“proveedores verdes”), dentro del proceso de selección de proveedores es limitada, en comparación, al enfoque de toma de decisiones multicriterio fundamentado en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). En cuanto al criterio más ampliamente considerado para la evaluación y selección de proveedores verdes es el sistema de gestión ambiental. (12)

El análisis realizado refiere la existencia de diferentes métodos para presentar una solución a la evaluación y selección de los mejores proveedores y con ello la no existencia de un consenso generalizado en relación a los requisitos que son objeto de evaluación, lo que le confiere complejidad al problema tratado. (13)

Con relación a los distribuidores, generalmente están representados por los transportistas. La gestión de la cadena de suministros, como enfoque integrador de las actividades asociadas al flujo material, reconoce en el transporte, un elemento de extraordinaria importancia, debido a la influencia decisiva que tiene en el cumplimiento del nivel de servicio al cliente y en los costos logísticos de las organizaciones.

En particular para la gestión de las cadenas de suministros agropecuarias, refieren especificidades en cuanto al uso de medios de transporte eficientes que proporcionen un equilibrio entre el tiempo para llegar al mercado y el costo. (14)

1.2 La cadena de suministros de la leche de ganado vacuno en la provincia de Chimborazo.

Una cadena de suministro es un sistema integrado en el que varias entidades, como por ejemplo, (proveedores, fabricantes, clientes industriales, distribuidores, minoristas) trabajan juntas para abordar los problemas tanto del flujo de materiales como del flujo de información. (15)

La cadena productiva de lácteos se concibe como un sistema complejo de eslabones, donde el producto básico es la producción de leche proveniente del ganado bovino de sistemas especializados o de doble propósito. (16)

La leche es el alimento más completo e insustituible para el ser humano, debido a sus características organolépticas y nutricionales; y es por estas características que la hacen un producto perecedero que se implementa en procesos industriales, que permiten su conservación y facilitan su consumo y comercialización. (17)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, indicó en su publicación “La leche y los productos lácteos pueden mejorar la nutrición de los pobres del mundo”, que la leche y los productos lácteos tienen un enorme potencial para mejorar la nutrición y los medios de subsistencia de cientos de millones de personas pobres de todo el mundo. Afirma que la misma constituye una fuente importante para satisfacer las necesidades de calcio, magnesio, selenio, riboflavina (vitamina B2), vitamina B12 y ácido pantoténico (vitamina B5) para el desarrollo sano del cuerpo humano. (18)

De acuerdo con el informe de Tetra Pak Group, el consumo mundial de productos lácteos, que incluye leche, quesos y manteca fresca, crecerá el 36% entre 2016 y 2024, con un consumo de alrededor de 713 millones de toneladas de leche líquida.

En Ecuador, la producción lechera se concentra principalmente en tres zonas geográficas: 1) La Sierra (77 %), con clima templado y modelo intensivo especializado, 2) La Costa (15 %) y 3) Amazonía (8 %), ambas con clima cálido y un modelo productivo de ganadería vacuna de doble propósito. (19, 20).

En Chimborazo, al igual que en otras zonas lecheras del país, la producción se ha mantenido, aunque con una ligera tendencia a crecer, puesto que el clima no ha afectado a la producción y regeneración de los pastos, sino más bien el problema central, está en los intermediarios y su influencia en la baja de los precios a principios del año 2016, con un efecto negativo en los incentivos del ganadero. Por otro lado, si bien, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, apoya a los ganaderos en términos productivos, no ha mejorado el hato, por falta de recursos financieros y materiales. En todo caso, resulta necesario abrir nuevas líneas de crédito para mantener la dinámica en esta actividad. (21)

Entre las principales falencias del territorio figuran: la insuficiente organización y tecnificación de la producción. De manera general, el sistema de comercialización es insuficiente, sobre todo en relación a la falta de infraestructura. El escaso valor agregado a la producción también es visible dentro de los diagnósticos cantonales; la falta de industrialización e investigación para los productos primarios de los territorios es una de las causas principales. (22)

En correspondencia a informaciones obtenidas del informe inicial del proyecto de investigación, “Sostenibilidad y competitividad de la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno en la provincia de Chimborazo”, de la Facultad de Administración de Empresas, Escuela de Ingeniería en Marketing, en la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno predominan un conjunto de insuficiencias. Las mismas fueron constatadas a través de la investigación empírica, la dirección de trabajos de prácticas pre profesionales, trabajos de titulación de estudiantes de pregrado y postgrado así como revisión de informes de balance del gobierno local y entrevistas con ganaderos locales. También mediante la utilización de técnicas participativas de trabajos en grupos con los representantes del Centro Agrícola de Riobamba. Entre las más notables insuficiencias se destacan

- Reducción del hato ganadero
- Inestabilidad en el precio de la leche
- Disminución de la demanda de leche

- Baja rentabilidad del ganadero
- Falta de asociatividad de los pequeños ganaderos
- Estrategias de ventas empíricas
- Empirismo en la gestión logística
- Poca cultura de innovación
- Deficiencias en la calidad del servicio al cliente entre los eslabones de la cadena láctea.
- Insuficientes estudios de mercado
- Insuficientes campañas publicitarias para estimular el consumo de leche en la población local
- Escasos estudios de impacto ambiental en la producción y comercialización de la leche

La situación problemática planteada anteriormente refleja la ausencia de una gestión integrada sostenible en la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno en la provincia de Chimborazo que afecta la producción y comercialización de la leche. De ahí, que el objetivo de este trabajo es desarrollar un procedimiento para la evaluación de los proveedores y distribuidores de la leche de ganado vacuno con un enfoque multicriterio que mejore el proceso de toma de decisiones y el servicio al cliente en la cadena de suministros.

Materiales y Métodos

La investigación se apoyó en el método sistémico estructural funcional que permitió comprender 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 calidad del servicio y el software “Decisión, para obtener el nivel de importancia y/o prioridad de los requisitos evaluados. También en la investigación se utilizó la revisión documental, fundamentalmente artículos científicos que tratan el tema de la cadena de suministros de manera general y en el contexto agropecuario. Se analizaron varias referencias a métodos que permiten la evaluación de los proveedores y que fueron tratados en el marco teórico que sustentó este artículo científico. Sin embargo, éstos no agotan las posibilidades de realizar una evaluación de los proveedores y suministradores en los marcos de la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno, así como de otros productos lácteos como quesos, yogurt, entre otros. Por este motivo, se desarrolló un procedimiento metodológico para realizar la evaluación de los proveedores y distribuidores, sobre la base de requisitos o criterios que inciden directamente en la calidad y eficiencia del servicio de la cadena de suministros.

El procedimiento puede ser utilizado para realizar una evaluación inicial o dar seguimiento a los proveedores con los que productores y distribuidores mantienen vínculos comerciales.

Las investigaciones que más relación guardan con el procedimiento utilizado son (23, 24).

Las etapas para la evaluación y selección de los proveedores fueron las siguientes:

ETAPAS

1. Clasificación de los proveedores.
2. Definición de los requisitos más importantes para la evaluación de los proveedores.
3. Formulación de la matriz de evaluación de los proveedores.
4. Determinación del nivel general de evaluación de los proveedores.

ETAPA 1: Clasificación de los Proveedores.

La clasificación de los proveedores permite a los productores dirigir, diferenciar y concentrar los esfuerzos de aprovisionamiento hacia donde sea más eficaz, facilitar la identificación de los proveedores claves con los que mantener una relación constructiva a largo plazo.

La clasificación de los proveedores se realiza a partir de la frecuencia con que atienden la demanda de los productores en cuanto a materias primas, insumos, medicamentos, material genético, entre otros. Siguiendo este principio los proveedores pueden ser clasificados en habituales y/o eventuales. Otra vía de clasificar a los proveedores es a través del volumen de compras realizadas por la organización en un periodo de tiempo determinado. Sobre esta base, se sugiere la posibilidad de aplicar métodos cuantitativos como el Principio de Pareto.

Siguiendo el Principio de Pareto la clasificación de los proveedores responde al siguiente esquema:

PROVEEDORES	COMPRAS (VALOR)	% DEL TOTAL	ACUMULADO %	CLASIFICACIÓN
-------------	---------------------	-------------	----------------	---------------

Los proveedores pueden quedar agrupados en tres grupos:

GRUPO A: Comprende al conjunto de proveedores que tienen hasta un 80% de participación en el total de las compras. Estos proveedores constituyen en su mayoría proveedores habituales que por su volumen de compras y por las características de los productos que suministran son los de mayor importancia para la organización.

GRUPO B: Se refiere al conjunto de proveedores que tienen hasta un 15% de participación en el total de las compras. Este grupo puede estar constituido por algunos proveedores habituales y ocasionales.

GRUPO C: Agrupa al conjunto de proveedores que tienen hasta un 5% de participación en el total de las compras. Fundamentalmente este grupo está compuesto por proveedores ocasionales. Esta clasificación no excluye el empleo de otros criterios de evaluación cualitativos.

ETAPA 2: Definición de los requisitos más importantes para la evaluación de los proveedores.

La calidad, entendida como cumplimiento de las especificaciones y adecuación al uso, de los productos suministrados por los proveedores es el primer y más importante factor para la evaluación y selección de proveedores. De su valoración depende, en gran medida, el grado de inspección en recepción al que se someterán dichos productos. La estabilidad y el mantenimiento de ese nivel de calidad en el tiempo también han de ser considerados. Del mismo modo, el nivel de servicio en cuanto a rapidez, eficacia y flexibilidad en las entregas es otro factor importante, que afecta directamente al nivel de satisfacción de los clientes y que deberá influir fundamentalmente en la selección de un proveedor. El factor del precio también es tenido en cuenta, siempre que un menor costo no conlleve incumplimiento de requisitos que impliquen un descenso de calidad en la producción lechera.

Para definir el nivel de importancia de cada requisito se valoró la posibilidad de emplear diferentes métodos. No obstante, por la naturaleza del proceso que se investiga y por existir condiciones propicias para su aplicación, se sugiere la utilización de la encuesta, el Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, AHP), el método Delphi, entre otros. La selección del método estará en correspondencia con el nivel de información y preparación del grupo evaluador, tiempo disponible, disponibilidad financiera para costear el estudio, entre otros.

ETAPA 3: Formulación de la matriz de evaluación de los proveedores.

La matriz de evaluación de los proveedores se conforma a partir de los requisitos seleccionados en el paso anterior y de una escala de evaluación tipo Likert cuyo formato es el que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Escala de evaluación

EVALUACIÓN	Muy Débil	Débil	Media	Buena	Muy Buena
PUNTOS	1	2	3	4	5

Como criterio generalizado para una evaluación en un requisito se calcula la media aritmética de las valoraciones que emiten los evaluadores y cuya formulación general es la siguiente:

$$E_j = W_j * P_{max} \tag{1}$$

Donde:

E_{ij}: Evaluación media del proveedor i en el requisito j.

E_{ijk}: Evaluación del proveedor i en el requisito j según el evaluador k.

T: Total de evaluadores

La matriz de evaluación quedaría representada como se muestra en la tabla 2

Tabla 2 Matriz de evaluación.

PROVEEDORES	REQUISITOS				
	1	2	3	4	n
1	E11	E12	E13	E14	E1n
2	E21	E22	E23	E24	E2n
.
.
m	Em1	Em2	Em3	Em3	Emn

Para caracterizar el grado de concordancia de los evaluadores en cada evaluación se utiliza el coeficiente de variación, donde a mayor valor del coeficiente de variación menor será el grado de concordancia de los evaluadores con relación a la evaluación media del proveedor i en el requisito j.

ETAPA 4: Determinación del nivel general de evaluación de los proveedores.

Para la determinación del nivel general de evaluación de los proveedores se propone la relación siguiente:

$$N_{cij} = \sum_{i=1}^m (E_{ij} * W_{ij}) \tag{2}$$

Donde:

N_{cij}: Nivel de incidencia del proveedor i en el requisito j.

W_j: Peso específico del requisito j.

m: Cantidad de proveedores a evaluar.

Esta etapa establece un procedimiento para someter a evaluaciones periódicas a los proveedores de la organización, con el objetivo de disponer de elementos que fundamenten la continuación o suspensión de las relaciones establecidas y también de brindar informaciones que retroalimenten la ejecución y monitoreo del contrato o relación comercial no formal.

Como resultado de esta etapa es posible determinar el nivel en que los proveedores satisfacen las expectativas de la organización en términos de cada requisito de evaluación y de forma general. Para ello se sugieren emplear las relaciones que se presentan a continuación:

$$NSj = \frac{Pj}{Ej} * 100 \quad (3)$$

Donde:

NSj: Nivel de satisfacción de las expectativas de la organización en el requisito j.

Pj: Nivel de percepción de la organización del servicio de los proveedores en el requisito j.

Ej: Nivel de expectativa de la organización del servicio de los proveedores en el requisito j

j=1,2,...,n

n: Cantidad de requisitos de evaluación.

$$Pj = \frac{\sum_{i=1}^m Ncij}{m} \quad (4)$$

$$Ej = Wj * Pmax \quad (5)$$

Donde:

Pmax: Valor que representa la máxima puntuación según la escala Likert que se adoptó en la investigación.

La investigación empírica se centró fundamentalmente en la evaluación de los proveedores y transportistas, es decir, los clientes de los productores (ganaderos).

Para el levantamiento de la información se encuestaron y entrevistaron a 29 ganaderos, el 64,4%, del total de 45 ganaderos que fueron inscritos en la Exposición de Producción, Macají, Riobamba 2017. La encuesta aplicada contó con 11 preguntas que suponen importantes informaciones con relación a los productores. No obstante, para los objetivos de este artículo científico, se utilizó la información proveniente de las preguntas cinco y seis respectivamente. La pregunta cinco (6 ítems, Likert 5 puntos) y la pregunta seis (3 ítems, Likert 5 puntos). Las respuestas de los encuestados a dichas preguntas constituyeron la información primaria de las etapas 2 y 3 del procedimiento desarrollado.

El resto de las preguntas de la encuesta están dirigidas fundamentalmente, a otras dimensiones del análisis de la gestión de la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno en la provincia de Chimborazo.

2. Resultados y Discusión

Los proveedores no pudieron ser clasificados atendiendo al nivel de compras por no disponerse de las facturas de compras y precios de costo correspondientes. La información que se obtuvo se relacionó con el consumo mensual de categorías genéricas de los productos que con más frecuencia son empleados por los productores (fertilizantes, balanceados, complementos alimenticios, medicamentos, otros insumos, sales minerales y pajuelas).

Atendiendo a la información disponible, en el grupo A, quedaron clasificados los balanceados, los complementos alimenticios y las sales minerales. El grupo B quedó conformado por los fertilizantes y otros insumos y el grupo C por las pajuelas y los medicamentos.

La clasificación obtenida permite tomar decisiones con relación a la estructura de costos operacionales en la producción de la leche. Asimismo, establecer estrategias diferenciadas con relación a los niveles de inventarios y ciclos de suministros para cada una de las categorías analizadas.

Para la definición de los requisitos más importantes para la evaluación de los proveedores participaron siete especialistas provenientes del Centro Agrícola de Riobamba, productores locales y miembros del proyecto de investigación "Sostenibilidad y Competitividad de la Cadena de Suministro de la Leche de Ganado vacuno en la Provincia de Chimborazo", se realizó siguiendo el método Delphi mediante el software "Decisión", el cual proporcionó como resultado la existencia de un alto nivel de concordancia entre los especialistas conforme al valor del coeficiente

de concordancia de Kendall 0.752, que expresa un alto grado de acuerdo en las evaluaciones realizadas por los especialistas implicados en el estudio. Las prioridades de los requisitos evaluados y su nivel de importancia se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Prioridad, requisitos e importancia

Prioridad	Requisitos	Importancia (%)
1	Calidad del producto	32
2	Precios	29
3	Estabilidad en el suministro	24
4	Localización	15

Fuente: Resultados de la investigación. Elaborados por los autores a partir de los resultados del software “Decisión”.

En la tabla 4, se muestran los resultados promedios de las evaluaciones de las categorías de productos suministrados por los proveedores por requisito de calidad del servicio. Dichas evaluaciones fueron calculadas a través de la expresión (1) del procedimiento.

Tabla 4. Evaluación promedio de las categorías de productos por requisitos de calidad del servicio de los proveedores.

CATEGORÍAS	Calidad	Precios	Estabilidad en el suministro	Localización
Fertilizantes	3,97	3,50	3,14	4,44
Balanceados	3,89	3,92	3,17	4,61
Complementos alimenticios	3,86	4,03	4,17	4,03
Vacunación	3,89	3,53	3,17	4,56
Sales Minerales	4,33	4,50	4,14	4,44
Pajuelas	4,47	4,61	4,22	4,61

El nivel general de evaluación de los proveedores por requisito de calidad del servicio fue calculado mediante la expresión (3). Los resultados son los que se exponen en la tabla 5.

Tabla 5. Evaluación general de los proveedores por requisito de calidad del servicio.

REQUISITOS PROVEEDORES	Satisfacción (%)	Insatisfacción (%)	Prioridad
Calidad	81,39	18,61	1
Precios	83,61	16,39	2
Estabilidad en el suministro	78,33	21,67	3
Localización	88,98	11,02	4

Según refieren los resultados de la tabla 6, el 75% de los requisitos son satisfechos en más de un 80%, solo la estabilidad en el suministro alcanza un 78,33%. Sobre este último requisito, hay que destacar, que existe riesgo en el suministro, condicionado por insuficiencias en la determinación

de la demanda, poca relación formal entre clientes y proveedores, en ocasiones no hay una división clara entre el capital de trabajo y las finanzas familiares que dificultan el manejo adecuado de los suministros en el tiempo y la cantidad necesaria.

Los productores utilizan simultáneamente más de un canal de distribución en correspondencia la demanda y la producción obtenida. En el estudio el canal de transportistas refiere un 44,74%, los queseros un 18,42% y las empresas un 36,84%.

El nivel de satisfacción, insatisfacción y prioridad de los productores con relación a los requisitos evaluados en la distribución quedó como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Satisfacción y prioridad de requisitos

REQUISITOS DISTRIBUIDORES	Satisfacción (%)	Insatisfacción (%)	Prioridad
Precios	75,83	24,17	1
Cumplimiento en la recolección	87,78	12,22	2
Calidad de la Transportación	86,79	13,21	4
Confianza	88,45	11,55	3

Según los resultados de la tabla 7, en lo que respecta a la satisfacción de los requisitos, los distribuidores, con relación a los precios refieren un 75,83%. El precio de venta de la leche es un punto álgido en la distribución, y está influenciado por una serie de factores asociados al aumento del costo de producción debido a: el cuidado del animal, de los pastos, gastos en inseminación, medicamentos, fuerza de trabajo, otros insumos, mantenimiento, entre otros. Esta situación fue reconocida por el Acuerdo número 394, del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de 2013, al plantear: “los precios de los fertilizantes, alimentos balanceados y sales minerales que constituyen aproximadamente el 58% del costo total de la producción de la leche cruda, se han incrementado significativamente afectando la rentabilidad de los productores” (p.3). Del mismo modo, refiere que, se deberá ajustar el precio base de 0,3933 a 0,4200 dólares por litro de leche cruda, precio que deberá ser pagado en finca o centro de acopio; precio al que se deberá adicionar todas las bonificaciones aplicables establecidas al acuerdo ministerial.

A esta situación hay que agregar que, según se constató en las entrevistas realizadas a los productores, la venta de leche a sus distribuidores, se realiza sin un contrato formal que ampare la transacción. La cantidad de leche a comercializar está determinada por la demanda que genera el destino final de la misma en la cadena de suministros. De ahí, que el riesgo es alto y predomina un acuerdo de tipo verbal sustentado en la confianza y compromiso. Esta situación es considerada como relaciones de tipo tradicional, donde el objetivo es maximizar las ganancias de la empresa individual, y a menudo se basa en comprar en el menor precio posible y vender en el precio más alto posible. (26)

3. Conclusiones

Este artículo corroboró la necesidad de evaluar con periodicidad a los proveedores y distribuidores de los productores (ganaderos), como una alternativa de control y monitoreo de las relaciones con suministradores y clientes con vistas a la mejora continua de dichas relaciones, ya que en este contexto no existen contratos formales y el riesgo en el suministro y la entrega del producto se lleva a cabo en un ambiente de incertidumbre.

Con el procedimiento desarrollado se contribuye a la gestión de las relaciones con los proveedores y distribuidores (clientes) del canal de distribución a partir de un conjunto de requisitos que

influyen en el desempeño de los productores. No obstante, la mejora de la gestión dependerá de la adopción paulatina del enfoque al cliente en la cadena de suministros de la leche de ganado vacuno. Para ello, será necesario elevar el nivel cultural de los miembros de la organización, reducir la informalidad en las relaciones de intercambio, aumentar la integración y el desarrollar las negociaciones sobre la base del principio “ganar-ganar”.

El procedimiento ha sido validado a través de informaciones obtenidas de 29 productores que participaron de la Feria de Macají del 21 al 23 de abril de 2017. Para garantizar una mayor representatividad de los resultados, será necesario ampliar el tamaño de la muestra y estratificarla en correspondencia a la clasificación de los ganaderos en pequeños, medios y grandes. Sin embargo, los resultados refieren utilidad no sólo desde el punto de vista metodológico, sino también de utilidad práctica para mejorar el enfoque al cliente en la cadena de suministros láctea.

Referencias

1. 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/3200c62b40e-bae99f505e64e51e7/9cdc011c-660a-496b-8fc5-1ca0809949c4.pdf
2. Stadler, H. (2015). Supply chain management: An overview. In Supply chain management and advanced planning (pp. 3-28). Springer Berlin Heidelberg.
3. Ruano Ortega Eligio Rafael. (2005). Modelo para la gestión del sistema logístico de organizaciones comerciales. Aplicación en la Sucursal CIMEX Santiago de Cuba. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias económicas. Universidad de Oriente. Cuba
4. Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain. Kogan Page Publishers.
5. Montoya Agudelo, C. A., Saavedra, B., & Ramiro, M. (2013). El CRM como herramienta para el servicio al cliente en la organización. Visión de futuro, 17(1)
6. Santos Norton María Lilia. (1996). Concepción de un modelo para la gestión de aprovisionamientos. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. ISPJAE. Cuba
7. Wisner, J. D., Tan, K. C., & Leong, G. K. (2014). Principles of supply chain management: A balanced approach. Cengage Learning
8. Tanco, J. A. A., Herrero, L. A. R., & Álvarez, J. L. (2007). Relaciones de integración empresa-proveedor: influencia de la trazabilidad. *Universia Business Review*, 3(15).
9. 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).
10. De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European journal of purchasing & supply management*, 7(2), 75-89.
11. Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of operational research*, 202(1), 16-24
12. Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., & Murugesan, P. (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83.
13. Alcaraz, J. L. G., Iniesta, A. A., & Macías, A. A. M. (2013). Selección de proveedores basada en análisis dimensional. *Contaduría y administración*, 58(3), 249-278.
14. Sánchez, V., & Hasbleidy, Z. (2014). Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. *Ingeniería y Desarrollo*, 32(1).
15. Subbaiah, K. V., Narayana, K., & Nookesh, R. K. (2009). Supply chain management in a dairy industry—a case study. Proceedings of the World Congress on Engineering 2009 Vol I, WCE 2009, July 1 - 3, 2009, London. Recuperado de <http://www.iaeng.org/publication/WCE2009/>

WCE2009_pp595-599.pdf

16. Simanca, M. M., Montoya, L. A., & Bernal, C. A. (2016). Gestión del Conocimiento en Cadenas Productivas: El Caso de la Cadena Láctea en Colombia. *Información tecnológica*, 27(3), 93-106.
17. Federación Panamericana de la Leche (FEPALE) (2009). Declaración de México – La leche como alimento básico para la salud humana. 16ª Asamblea General. México. Recuperado de <http://fepale.org/declaracion-de-mexico-la-leche-como-alimento-basico-para-la-salud-humana-noviembre-2009/>
18. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (27 de mayo de 2015). La leche y los productos lácteos pueden mejorar la nutrición de los pobres del mundo. Recuperado de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/288538/>
19. INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). Encuesta de superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Informe Ejecutivo. Ecuador.
20. Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 15(1).
21. Banco central del Ecuador (2016). Reporte de coyuntura del sector agropecuario. No. 89 - II-16; Octubre 2016. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201601.pdf>
22. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo (2015). Recuperado de: <http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/wp-content/uploads/PD-y-OT.pdf>.
23. Parada Gutiérrez, O. (2000). Decisiones empresariales para el perfeccionamiento del subsistema comercial de aprovisionamiento de empresas turísticas de gestión hoteleras. Aplicación en el hotel Meliá Santiago de Cuba Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Económicas. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
24. Herrera Umaña, M. F., & Osorio Gómez, J. C. (2006). Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP difuso. *Estudios Gerenciales*, 22(99), 69-88.
25. Guil Bozal, M. (2006). Escala mixta Likert-Thurstone. *Anduli*, 5, 81-95.
26. Iglesias, D. H. (2002). Cadenas de valor como estrategia: las cadenas de valor en el sector agroalimentario. La Pampa, Argentina: Estación Experimental Agropecuaria Anguil, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

MEJORAMIENTO DEL CÓMPUTO AMINOACIDICO DE UN MIX DE VEGETALES DESHIDRATADOS CON CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS), PARA DAR UN VALOR AGREGADO Y PROMOCIÓN DE SU COMERCIALIZACIÓN.

IMPROVEMENT OF THE AMINOACIDIC CONTENT OF A MIX DEHYDRATED VEGETABLES WITH CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS) TO GIVE ADDED VALUE AND PROMOTING ITS COMMERCIALIZATION

S. Betancourt*, LR. Benítez, M. Logroño,
I.J.Fonseca, I. Obregón

* Nutrición y Dietética. Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
saritabetancourtortiz@yahoo.com.mx

RESUMEN

La tendencia al consumo de preparaciones deshidratadas sin suficientes nutrientes conduce a las nuevas generaciones a patologías alarmantes con enfermedades no transmisibles como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, sobrepeso, desnutrición entre otros; las nuevas alternativas de consumo de tubérculos andinos u otros alimentos locales y ancestrales con alto valor nutritivo, nos conlleva al rescate de conocimientos patrimoniales. Las mezclas alimentarias pueden generar productos innovadores, y reemplazar parte de las formulaciones de productos procesados. Se procedió a realizar un análisis aminoacídico con la técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En la mezcla inicial los aminoácidos limitantes fueron los azufrados (60 %), y con varios ensayos matemáticos, se alcanzó un 65 %, sin embargo, al adicionar chocho en un 6%, se creó un valor de AAS 6 % por encima del VP100 %. La adición adecuada de chocho a la mezcla deshidratada mejora el computo aminoacídico principalmente con el aumento de aminoácidos azufrados. Se potencia un alimento innovador con vegetales para equilibrar el consumo de requerimiento diario en una dieta normal con aporte adecuado de fibra y proteína de calidad. Se incentiva al rescate de alimentos ancestrales para reactivar la economía local de la zona andina y aumentar la productividad motivando a la creación de Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES).

Palabras claves: Mezclas alimentarias, alimentos ancestrales, valor proteico.

ABSTRACT

The trend towards the consumption of dehydrated preparations without nutrients, leads the new generations to alarming pathologies with noncommunicable diseases such as diabetes, cardiovascular diseases, overweight, malnutrition among others; The new alternatives of consumption of Andean tubers or other local and ancestral foods with high nutritional value, leads us to the rescue of patrimonial knowledge. Food mixtures can generate innovative products, and replace part of the formulations of processed products. A unified analysis with the FAO technique has been carried out. In the initial mixture the limiting amino acids sulfur (60 %), and with several mathematical tests, it was able to reach up to 65%, however, a single charge in 6 %, was created a value of AAS 6 % above Of the VP100 %. The adequate addition of puff to the dehydrated

mixture improves the amino acid computation mainly with the increase of sulfur amino acids. An innovative food with vegetables is potentiated to balance the daily consumption of requirement in a normal diet with an adequate supply of fiber and quality protein. The rescue of ancestral foods is encouraged to revive the local economy of the Andean zone and increases productivity motivating the creation of PYMEs.

Key words: Food mixtures, ancestral foods, protein value

1. Introducción

La tendencia al consumo de preparaciones sin suficientes y/o adecuados nutrientes conduce a las nuevas generaciones a patologías alarmantes con enfermedades no transmisibles [1] como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, sobrepeso, desnutrición entre otros; nuevas alternativas de consumo de los tubérculos andinos u otros alimentos locales y ancestrales que tienen alto valor nutritivo conlleva al rescate de conocimientos patrimoniales de estos productos; [2] señala la problemática alimentaria de países en desarrollo como el Ecuador, donde se dispone de recursos alimenticios vegetales y animales que generalmente se consumen sin procesamiento industrial. Por lo tanto, dichos productos se suelen consumir frescos lo que conlleva una corta vida útil, limitación en la distribución y pérdidas para los productores. La transformación de estas materias primas es por lo tanto una prioridad para el sector rural ecuatoriano. De tal forma que, los alimentos que aportan fibra u otros importantes nutrientes, deben estar considerados para someterse a un proceso de transformación, que alargue su vida útil y los mantenga con su potencial aporte en la dieta diaria.

La calidad de los alimentos es una característica compleja, que determina su valor o aceptabilidad por el consumidor. Abarca atributos negativos como el estado de descomposición, contaminación, decoloración, y olores desagradables, y atributos positivos como origen, color, aroma, textura, y métodos de elaboración de los alimentos, [2] [3]

El primer condicionante para que la dieta sea nutricionalmente equilibrada es que estén presentes en ella la energía y todos los nutrientes necesarios y en las cantidades adecuadas y suficientes para cubrir las necesidades nutricionales de cada persona y evitar deficiencias. Variedad en la dieta, adecuado balance entre los distintos alimentos, para que el consumo excesivo de uno de ellos no desplace o sustituya a otro también necesario y moderación en el consumo, son también recomendaciones esenciales [4]. El producto diseñado puede ser recomendado para equilibrar el consumo de requerimientos diarios en una dieta normal, con una cantidad suficiente de fibra y un aporte adecuado de proteínas. El aumento de las enfermedades transmitidas por alimentos se ha constituido en un problema de salud pública [5]. El sector de alimentos y bebidas ha tenido una importante participación en inversiones orientadas a innovar [6]. El desarrollo de nuevas tecnologías en la Industria Alimentaria con la finalidad de obtener alimentos mínimamente procesados, seguros y que conserven sus cualidades nutricionales y organolépticas, está permitiendo alargar la vida útil de muchos productos y satisfacer los gustos del consumidor [7]. Algunos de los parámetros que se han medido con frecuencia en productos deshidratados son el color y la textura, como parámetros de calidad sensorial del producto final [8].

Las mezclas alimentarias innovadoras, crean un mercado nuevo con grandes oportunidades de dietas nuevas y bien equilibradas. Mediante la prueba de aceptabilidad previa, se desea conocer el agrado del consumidor o el grupo de interés [9], en un producto nuevo e innovador con posible consumo nutricionalmente aprovechable. La FAO y la OMS han señalado la importancia de medir la calidad de las proteínas de dietas mixtas [10]. Además, el score de una proteína refleja su contenido en aminoácidos (AA) en comparación con la proteína ideal. Sin embargo, cuando

se necesita conocer la utilización de los AA en el organismo es necesario realizar la corrección del valor de escore según la digestibilidad proteica (PDCAAS)[11], método a su vez que ha sido adoptado por FAO / OMS como el método preferido para la medición del valor de la proteína en la nutrición humana [12]. Mediante la complementación proteica se puede mejorar la calidad de las proteínas presentes en alimentos realizando mezclas para eliminar el déficit de aminoácidos [13]. Factores antinutricionales pueden ocurrir naturalmente y tal vez formarse durante los procesos [14], factor a tomar en cuenta al mezclar elementos para los mix alimentarios.

La deshidratación es una de las tecnologías más frecuentes en la agroindustria, por ser la operación unitaria, en la cual, se elimina la humedad de un material por la acción de determinadas condiciones ambientales de temperatura y de humedad relativa, con el objetivo de reducir la actividad microbiana y reacciones de deterioro del producto [8].

El cambio de color en los alimentos durante el proceso térmico es causado por reacciones de degradación de pigmentos, especialmente carotenoides y clorofila, reacciones de pardeamiento, como la condensación de Maillard de hexosas y amino componentes, junto con la oxidación del ácido ascórbico; por lo tanto, los valores finales de los parámetros de color pueden ser usados como indicadores de calidad para evaluar el deterioro, debido al procesamiento térmico [8].

La calidad microbiológica en las frutas y vegetales es un aspecto particularmente crítico debido a que la exposición de la superficie de corte, favorece la contaminación con bacterias, hongos y levaduras. La vida de anaquel de las frutas y vegetales está limitada por su carácter perecedero. Las operaciones de pelado y troceado, así como la manipulación del producto procesado previo al envasado y almacenamiento, influyen significativamente en los distintos mecanismos de alteración al provocar cambios físicos y fisiológicos. Los principales síntomas de deterioro incluyen cambios en la textura (debido a pérdida de agua), en el color (debido al oscurecimiento enzimático en la superficie de corte), pérdida de nutrimentos y rápido desarrollo microbiano [15].

Un producto alimenticio debe seguir estrictas normas microbiológicas para no convertirse en un riesgo para la salud humana.

- En Ecuador el INEN, señala claramente sus normas por producto alimentario y requisitos mínimos de tolerancia microbiológica, por ejemplo, Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2996, los requisitos microbiológicos para productos deshidratados son: Salmonella: Ausencia/50 g; E.Coli: máximo 10 NMP/g; Recuento de mohos y levaduras menor a 103 UFC/g. (NTE INEN 2996, 2015).

- El gobierno de la República de Colombia, mediante el Ministerio de Protección Social, está en proceso de trámite del Proyecto de Resolución, mediante el cual, se instaura el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional y se disponen los requisitos microbiológicos de frutas deshidratadas o desecadas, estableciendo como parámetros un recuento de Mohos y Levaduras menor a 100UFC/g y ausencia de Salmonella, por cada 25g (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 2011). La norma británica considera los parámetros microbiológicos y establece un número máximo de Coliformes totales de 25 UFC/g, ausencia de Salmonella y menos de 105 UFC/g, Mesófilos aerobios (Gilbert et al. 2000).

- La norma peruana muestra las características y establece un número máximo de Mesófilos aerobios de 100 UFC/g, Coliformes totales menores a 500 UFC/g, Hongos y Levaduras menores a 100 UFC/g y ausencia de Salmonella (Ministerio de Salud del Perú, 2003). La norma brasilera, que ordena como criterio 200 UFC/g, de Coliformes totales y ausencia de Salmonella, en 25g (Ministério da Saúde Brasil, 1978).

- La Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF) establece como Agentes microbiano a ser de-

terminados en alimentos deshidratados, los siguientes criterios: Aerobios mesófilos máximo 104 UFC/g; Mohos máximo 103 UFC/g; Levaduras valores menores a 103 UFC/g; Coliformes totales cantidades menores a 102 UFC/g Bacillus cereus máximo 104 UFC/g y Salmonella sp. Ausencia/25 g.

Las mezclas alimentarias pueden generar productos innovadores, y reemplazar parte de las formulaciones de productos procesados, creando cambios en composiciones químicas y propiedades reológicas. En productos de mezclas de alimentos realizadas anteriormente se observan además del valor nutricional, cambios importantes en las propiedades de los mismos. En biscochos estudiados con un remplazo de harina de trigo por una mezcla que contiene entre otros zanahoria y tocte, se mejoró la cantidad y la calidad del contenido de proteínas y la textura de las tortas con la sustitución de la harina de mezcla compuesta [16].

Para la mezcla se eligieron varios productos tradicionales y ancestrales, combinados con otros de consumo preferencial en la dieta de los ecuatorianos. La región andina es reconocida hoy como una de los más importantes centros de raíces originarias y diversidad en el mundo (National Research Council, 1989) [17].

A continuación se detallan algunas de las características y enfoques tomados en cuenta en los alimentos seleccionados para la mezcla estudiada:

- En el cacahuate los compuestos antioxidantes como resveratrol, catequina, epicatequina y quercetina se consideran moléculas bioactivas por lo que estas oleaginosas pertenecen al grupo de alimentos funcionales, con esto se puntualiza la importancia del valor nutricional y a las propiedades funcionales de este tipo de oleaginosas las cuales benefician a la salud, además del valor comercial que representan estas en nuestro país [18].

- La “oca” deshidratada (por 100 g de material) presenta 325 kcal/100 g; humedad 15,3 g; proteína 4,3 g; extracto etéreo 1,1 g; fibra 3,4 g; carbohidratos 75,4 g y cenizas 3,9 g (Reyes- García et al., 2009) [19].

- En la mashua se observa una distribución casi equitativa entre el almidón (46,92 %) y los azúcares (42,81 %) [20], 77,37 mg de ácido ascórbico por cada 100 g de materia fresca. Se ha identificado a la accesión ECU-1128 con un aporte de 96,62 mg de ácido ascórbico en 100 g de materia fresca [20].

- Técnicamente el coco es una nuez gigante, uno de los alimentos favoritos de las colaciones saludables, no solamente por su sabor, sino por sus beneficios nutricionales. Su mayor aporte calórico proviene de las grasas (ácidos grasos de cadena mediana) las cuales constituyen parte de la membrana celular del cuerpo; así mismo de la estructura de nuestras neuronas, es decir un alimento para nuestro cerebro [21]. Según la FAO el coco en su fase madura contiene algo de proteína, entre el 3-4 % mejores que las proteínas del cacahuate en cuanto a su computo aminoácido, el coco seco se prepara con la carne del coco fresco y entero una vez eliminado la testa exterior de color pardo. La carne blanca se desintegra o tritura y se seca a una humedad entre 60 a 75 grados centígrados hasta alcanzar un contenido de humedad, de 2,5 % y su composición bromatológica es: Proteína 6,0-6,6 %, carbohidratos 18,0-20,0 %, fibra cruda 4,0-6,0 %, además aceite 68,0-72,0 %, este producto se usa en panadería, pastelería, preparados tradicionales; en el caso de esta investigación se usa para mejorar el aroma y sabor del mix de vegetales [2].

- La zanahoria amarilla, Desde el punto de vista nutricional destaca su alto contenido en carbohidratos, vitaminas y minerales. Su característico color naranja se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el beta-caroteno o pro-vitamina A. Asimismo, es fuente de vitamina E y de vitaminas del grupo B como los folatos y la vitamina B3 o niacina. En cuanto a los minerales, destaca el aporte de potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio. El consumo fre-

cuente de zanahoria contribuye a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, degenerativas y del cáncer (Olmedilla-Alonso et al., 2001) [22].

- El chocho (*lupinus mutabilis sweet*) requiere de un desaguado prolongado para eliminar los alcaloides; el contenido de proteína supera el 50 % en peso y presenta cantidades adecuadas de lisina y cistina [23], (Logroño M, 2016).

- El yogur tiene la propiedad de auxiliar en la digestión porque durante la fermentación de la leche se originan compuestos que son absorbidos por el intestino [22]. Es una vía oportuna para insertar varios elementos en la dieta, el yogur fue mencionado 10 veces en las entrevistas de diversidad de dieta. Con base en nuestras observaciones etnográficas, se sabe que este producto es consumido en la variedad procesada industrialmente [24].

Los alimentos de origen vegetal presentes en la dieta, pueden ejercer un efecto protector contra algunas enfermedades tales como el cáncer, trastornos cardiovasculares y cerebrovasculares. Entre estos alimentos se encuentran las oleaginosas como las nueces, pistaches y cacahuates; los cuales cuentan con un importante valor nutricional y una amplia variedad de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante que son benéficas a la salud [25]. La gran diversidad genética de los cultivos andinos encontrada en la zona andina demuestra ser una de las áreas de mayor diversidad y variabilidad de muchas especies nutraceuticas andinas, no solo por la cantidad observada, sino por la gran acumulación de saberes sobre su cultivo, conservación y variadas formas de uso, aún mantenidas en la cultura andina. Eso nos muestra con mucha claridad el desarrollo armónico logrado por las culturas andinas, que no solo domesticaron [19]. El producto obtenido busca satisfacer las necesidades de una alimentación saludable y requiere ser promocionado y puesto al alcance de los potenciales consumidores; por lo que es necesario establecer canales de distribución que acerquen al productor y los consumidores.

En una primera fase se inició la promoción del producto con personas voluntarias en las pruebas de aceptabilidad para posteriormente incorporarlo a empresas de distribución de productos de consumo masivo, a fin que pueda llegar al consumidor final, puesto que nos encontramos frente a un mercado altamente competitivo que siente la necesidad de disponer de productos con las características que brindan estos alimentos con alto valor nutritivo. Considerando además que en el Ecuador la microempresa se expande aportando a la economía, también crece la demanda de servicios de apoyo a este sector por parte del estado y de instituciones públicas y privadas, cooperación internacional y asociaciones gremiales involucradas con el desarrollo del sector [26]. El objetivo de la investigación fue el Mejoramiento del cómputo aminoacídico de un mix de vegetales deshidratados adicionando chocho (*Lupinus Mutabilis*) para potenciar su comercialización.

2. Materiales y Métodos

2.1 Localización y temporalización

La primera etapa se desarrolló en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Facultad de Salud Pública. La prueba de aceptabilidad se aplicó a la población de Riobamba en una feria académica abierta en el centro de la ciudad, a 70 ciudadanos de diferentes edades, sexo y actividades [27]. En esta segunda etapa se procedió a realizar un análisis aminoacídico aplicando la técnica de la FAO, bajo comparación con el patrón aminoacídico según grupos de edad.

2.2 Modalidad y Tipo de Investigación

La investigación es experimental y aplicada hacia la innovación y desarrollo en su primera etapa, siendo esta segunda etapa aplicativa, y proyectando a una tercera productiva aplicativa, con un impacto social primordialmente, respondiendo a los planes nacionales en el Ecuador.

2.3 Variables de la investigación:

En esta esta segunda etapa de la investigación, se identificaron estas variables:
 Independiente: Fórmula base de la mezcla enriquecida, fracciones de alimentos.
 Dependientes: Cómputo aminoácido teórico.

2.4 Procedimiento

La primera fórmula diseñada contenía una mezcla de: zanahoria, oca, mashua, maní, coco y estevia deshidratados, a dicha mezcla se le realizó el análisis del Nitrógeno básico volátil total (NBVT), que permitió calcular el nitrógeno proteico, luego se aplicó matemáticamente un análisis para valor proteico según la FAO, se reformuló añadiendo en diferentes porcentajes los elementos de la mezcla con mayor aporte de aminoácidos azufrados, que en este caso fueron los aminoácidos limitantes.

Ante los primeros resultados, se estudiaron las posibles adiciones de otros elementos alimenticios, para posteriormente elegir otro alimento de origen andino que potencialmente contiene aminoácidos esenciales, el chocho. (*Lupinus Mutabilis*).

Se incluyó finalmente en la fórmula al yogur natural aromatizado con esencia de coco, por ser la vía mediante la cual el consumo del mix deshidratado es viable, según lo establecieron catadores no calificados (consumidores), finalmente se calculó el cómputo aminoácido de la fórmula íntegra. Y se utilizó estevia como edulcorante natural, elemento no cuantificado en la fórmula.

Los cálculos del valor proteico de la mezcla fueron realizados en una hoja de cálculo diseñada para varios elementos, se aplicaron como referentes, los reportes de la FAO en contenidos aminoácidos vigentes.

Se calculó en primer lugar el contenido de nitrógeno proteico

$$N=P/f \quad (1)$$

Donde:

N, es el contenido de nitrógeno en 100 partes de la fórmula, P, es el porcentaje de proteína y f el factor de transformación universal.

Luego se calcularon los contenidos en fracciones de los elementos, adecuando a los contenidos a los objetivos de la mezcla.

$$W = \sum_{n=1}^n x_1n_1 + x_2n_2 + x_3n_3 + \dots x_n * n_n \quad (2)$$

Donde:

W es la mezcla total expresada en porcentaje

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, son las fracciones de los elementos de manera individual

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$, son las cantidades parciales de los elementos

Y finalmente el valor proteico con:

$$VP = \sum_{n=1}^n na; \sum_{n=1}^n nb; \sum_{n=1}^n nc; \sum_{n=1}^n nd; \sum_{n=1}^n ne \quad (3)$$

Donde:

VP es el valor proteico, n=número de elementos de la fórmula y na, nb, nc, nd, ne, los elementos con sus contenidos particulares en aminoácidos esenciales.

3. Resultados y Discusión

Los Aminoácidos (AA) limitantes se establecieron a partir de la mezcla inicial. Para posterior-

mente establecer variaciones convenientes. En la tabla 1 se observó que los aminoácidos limitantes son los azufrados (60%).

Tabla 1. Computo aminoacido Mezcla original. (Grupo Investigaciones CEPIAD).[27]

COMPONENTES	Proteína	DATOS ANALITICOS O DE LAS TABLAS					Comp. MEZC TOTAL DE AMINOACIDOS EN LA MEZCLA					
		N g/100 (a)	lisina mg/g N (b)	AAS mg/g N c	treonina mg/g N (d)	tript. mg/g N (e)	(g)	N (g) n=w*a/100 (N*B)	lisina (mg) (N*B)	AAS (mg) (n*c)	treonina (mg) (n*d)	Triptofano(mg) (n*e)
mani	2,5	0,4	98	317	726	287	3	0,013	1,3	4,2	9,7	3,8
oca	1	0,2	331	134	228	63	8	0,013	4,4	1,8	3,0	0,8
mashua	3,49	0,6	331	134	228	63	8	0,046	15,2	6,1	10,5	2,9
coco	0,45	0,1	275	150	265	85	5	0,004	1,0	0,5	1,0	0,3
zanahoria amarilla	0,31	0,0	44	4	16	2	8	0,003	0,1	0,0	0,1	0,0
yogurt	8	1,3	248	86	148	51	67	0,853	211,6	73,4	126,3	43,5
Aminoácidos por g N								0,9	233,7	86,1	150,5	51,4
Proteína Patrón			300	144	156	41						
Computo aminoacido									0,78	0,60	0,96	1,25

*AAS aminoacidos azufrados.

En la tabla 2, se evidencia el enriquecimiento ensayado con la variación de los mismos elementos de la mezcla, con mayor contenido de AAS, sin embargo, solo se alcanzó el 65 % de valor limitante, en tal virtud, se decidió buscar un alimento que con un aporte en una cantidad no altere las características organolépticas del producto final.

Tabla 2. Computo de valor proteico en la mezcla de ensayo, con un aa limitante de hasta 65%. (Grupo Investigaciones CEPIAD).[27]

COMPONENTES	Proteína	DATOS ANALITICOS O DE LAS TABLAS					Comp. MEZC TOTAL DE AMINOACIDOS EN LA MEZCLA					
		N g/100 (a)	lisina mg/g N (b)	AAS mg/g N c	treonina mg/g N (d)	tript. mg/g N (e)	(g)	N (g) n=w*a/100 (N*B)	lisina (mg) (n*c)	AAS (mg) (n*d)	treonina (mg) (n*d)	Triptofano(mg) (n*e)
mani	2,5	0,4	98	317	726	287	4	0,016	1,6	5,1	11,6	4,6
oca	1	0,2	331	134	228	63	8	0,013	4,4	1,8	3,0	0,8
mashua	3,49	0,6	331	134	228	63	10	0,055	18,2	7,4	12,5	3,5
coco	0,45	0,1	275	150	265	85	5	0,004	1,0	0,5	1,0	0,3
zanahoria amarilla	0,31	0,0	44	4	16	2	3	0,001	0,1	0,0	0,0	0,0
yogurt	8	1,3	248	86	148	51	70	0,892	221,3	76,7	132,0	45,5
Aminoácidos por g N							100	1,0	246,5	91,5	160,2	54,7
Proteína Patrón			300	144	156	41						
Computo aminoacido									0,62	0,64	1,03	1,33

Se agrega el chocho por su contenido en aminoácidos esenciales reconocidos por la FAO, incluso como patrón de referencia entre los alimentos andinos, comparable con el contenido de la soya, ver Tabla 3.

Tabla 3. Computo aminoacido Mezcla mejorada. (Grupo Investigaciones CEPIAD)[27]

COMPONENTES	Proteína	DATOS ANALITICOS O DE LAS TABLAS					MEZCLA		TOTAL DE AMINOACIDOS EN LA MEZCLA			
		N g/100 (a)	lisina mg/g N (b)	AAS mg/g N c	treonina mg/g N (d)	tript. mg/g N (e)	(g)	N (g) n=w*a/100 (N*B)	lisina (mg) (n*c)	AAS (mg) (n*d)	treonina (mg) (n*d)	Triptofano(mg) (n*e)
mani	2,5	0,4	98	317	726	287	3	0,012	1,2	3,8	8,7	3,4
oca	1	0,2	331	134	228	63	8	0,013	4,4	1,8	3,0	0,8
mashua	3,49	0,6	331	134	228	63	8	0,044	14,6	5,9	10,0	2,8
coco	0,45	0,1	275	150	265	85	5	0,004	1,0	0,5	1,0	0,3
zanahoria amarilla	0,31	0,0	44	4	16	2	8	0,003	0,1	0,0	0,1	0,0
yogurt	8	1,3	248	86	148	51	62	0,794	196,8	68,2	117,5	40,5
Chocho	56,4	9,0	331,0	134,0	228,0	63,0	6,0	0,541	179,137	72,521	123,394	34,096
Aminoácidos por g N							100	1,41	397,23	152,81	263,64	81,94
Proteína Patrón			300	144	156	41						
Computo aminoacido									1,32	1,06	1,69	2,00

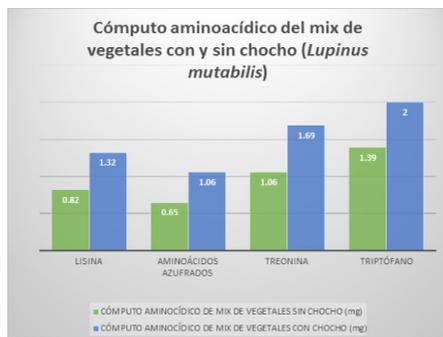
*AAS aminoácidos azufrados

Según G. R. Suca, el chocho debe ser considerado para el desarrollo de políticas agroalimentarias en el sistema de seguridad alimentaria por su capacidad nutricional, ahorro de energía, su potencial para generar ingresos y sobre todo por mejorar y rescatar cultivos andinos, los cuales no son muy valorados por la población actual [28]. El mix diseñado contribuye al rescate de los

productos tradicionales y ancestrales como la mashua y la oca, mejorando el compute aminoácido con la adición del chocho. El maní y coco contribuyen con ácidos grasos esenciales y con la palatabilidad de la mezcla; se consideró además un edulcorante natural (stevia) que lo vuelve apto para el consumo, incluso de aquella población con enfermedades crónicas no transmisibles; el yogurt representa una alternativa alimentaria de mejor tolerancia para aquellas personas que presentan problemas digestivos, mejorando además la flora bacteriana intestinal.

El complemento de origen vegetal de alto valor biológico se elaboró para contribuir en la disminución del problema de desnutrición crónica que azota principalmente a la zona rural del Ecuador, según el Observatorio Nacional del Ecuador en cooperación con la UNICEF (2004) [29]; La investigación de Dalgo [29], tuvo como objetivo desarrollar un alimento que sirva como una alternativa de refrigerio nutritivo para mejorar la calidad de la dieta de niños pre-escolares, elaborando un producto a bajo costo, a base de cultivos de origen ancestral; con la combinación de un cereal y una leguminosa, en este caso Quinua y Chocho, de los que se obtiene proteínas de alta calidad, debido a la compensación de sus aminoácidos esenciales (Verdú, J, 2008) [29]. La calidad de la proteína de la quinua es de 90% en relación a la caseína (proteína ideal); mientras que el chocho presenta 83% de Compute Amínico². (FAO, 2011), en nuestra investigación, el chocho permitió mejorar la calidad de la proteína al adicionarlo en un 6 %, aumentando la concentración de lisina aproximadamente en un 52 %, los aminoácidos azufrados en 40 %, treonina y triptófano en 60 %. De acuerdo a los cálculos realizados se tienen varios comportamientos bajos en aminoácidos limitantes, sin embargo, al aumentar chocho a la fórmula, se logra el incremento esperado. En la figura 1, se observa el incremento del aminoácido limitante que la fórmula inicial no posee sin chocho.

Figura 1. Compute de aminoácidos en el mix, comparación de fórmulas. CEPIAD, 2017.



El mix diseñado se orienta al consumo en una dieta normal, y en regímenes especiales. Los ajustes en la dieta pueden adoptar alguna de las siguientes formas: Cambios en la consistencia de los alimentos (dieta líquida, dieta triturada, baja en fibra, alta en fibra); Aumento o reducción del valor energético de la dieta (dieta para reducir el peso, dieta hipercalórica), Aumento o reducción del tipo de alimento o nutriente consumido (dieta baja en sodio, con restricción de lactosa, rica en fibra, rica en potasio), Eliminación de alimentos específicos (dietas contra alergias, dieta sin gluten); Ajuste en el nivel, la relación o el equilibrio de proteínas, grasas e hidratos de carbono (dieta para diabéticos, cetó- gena, renal, anticolesterol), Reajuste del número y la frecuencia de las comidas (dieta para diabéticos, dieta posgastrectomía), Cambio en la vía de administración de los nutrientes (nutrición enteral o parenteral) [30], y el mix diseñado en esta aplicación científica, puede ajustarse en algunos casos con los arreglos señalados. Demostrando su aplicabilidad, utilidad y su inserción en el mercado como un producto nuevo. La mezcla se diseñó para mejorar

el aporte nutritivo del menú diario de la población con riesgo nutricional, con el rescate de los productos ancestrales, y a un costo accesible dando un valor agregado e impulsar su comercialización.

4. Conclusiones

La adición adecuada de chocho a la mezcla deshidratada mejora el computo aminoácido principalmente con el aumento de aminoácidos azufrados esenciales.

Se potencia un alimento innovador con vegetales recomendado para equilibrar el consumo de requerimiento diario en una dieta normal con un aporte adecuado de fibra y proteína de calidad.

Con esta investigación se incentiva al rescate de alimentos ancestrales para reactivar la economía local de la zona andina y aumentar la productividad motivando a la creación de PYMES.

5. Referencias

- [1] MSP, “ENSANUT,” ENCUESTA Nac. ECUADOR, 2016.
- [2] FAO, “Utilización de alimentos tropicales,” 1990.
- [3] C. Mercado, “Los ámbitos normativos, la gestión de la calidad y la inocuidad alimentaria: una visión integral,” DIALNET, vol. 13, no. 24, pp. 119–131, 2007.
- [4] A. Carbajal and R. Ortega, “LA DIETA MEDITERRÁNEA COMO MODELO DE DIETA PRUDENTE Y SALUDABLE,” Rev. Chil. Nutr., vol. 28, no. 2, pp. 224–236, 2001.
- [5] A. I. Muñoz, “Presencia de *Listeria monocytogenes* en alimentos listos para el consumo, procedentes de plazas de mercado y delicatessen, de supermercados de cadena,” Biomedica, vol. 2002–2008, pp. 428–439, 2011.
- [6] R. Rivera, “Análisis del desempeño financiero de empresas innovadoras del Sector, Alimentos y Bebidas en Colombia,” Pensam. y Gest., vol. 31, pp. 109–136, 2006.
- [7] A. M. Herrero, “Innovaciones en el procesamiento de alimentos: Tecnologías no térmicas,” Rev. Medica Univ. Navarra, pp. 71–74, 2006.
- [8] D. C. Moreno, H. M. Sierra, and C. Díaz-Moreno, “Evaluación de parámetros de calidad físico-química, microbiológica y sensorial en tomate deshidratado comercial (*Lycopersicon esculentum*),” Rev. U.D.C.A. Actual. y Divulg. Científica, vol. 17, no. 1, pp. 131–138, 2014.
- [9] P. C. O. M. O. P. Femixtf, “Capítulo 3 3 -,” vol. 1, pp. 38–53.
- [10] C. P. Maury, “Calidad de las proteínas y evaluación de su ingestión y de los aminoácidos esenciales en un grupo de embarazadas,” Doctor, vol. 14, no. 1, pp. 28–32, 2000.
- [11] M. M. Suárez López, A. Kizlansky, and L. B. López, “Assessment of Protein Quality in Foods By Calculating the Amino Acids Score Corrected By Digestibility,” Nutr Hosp, vol. 21, no. 1, pp. 47–51, 2006.
- [12] P. J. Reeds, “Criteria and Significance of Dietary Protein Sources in Humans Dispensable and Indispensable Amino Acids for Humans 1 , 2,” J. Nutr., pp. 1835–1840, 2000.
- [13] K. Pinto, G. Brito, B. Beccio, P. Longo, and L. López, “PUNTAJE DE AMINOÁCIDOS CORREGIDO POR DIGESTIBILIDAD (PDCAAS) EN LA COMPLEMENTACIÓN PROTEICA,” Univ. Buenos Aires, 1991.
- [14] G. Sarwar, “The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score Method Overestimates Quality of Proteins Containing Antinutritional Factors and of Poorly Digestible Proteins Supplemented with Limiting Amino Acids in Rats,” J Nutr, vol. 127, no. 5, pp. 758–764, 1997.
- [15] E. H. Garrett et al., “Microbiological Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce : Description of the Situation and Economic Impact,” Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., vol. 2, no. Usda 2000, pp. 13–37, 2003.
- [16] P. García-Segovia, A. Moreno, L. D. R. Benítez, M. A. Logroño, J. G. Fonseca, and J. Mar-

- tínez-Monzó, “Effect of Replacement Wheat Flour by a Composite Mix Flour in Sponge Cakes,” *J. Culin. Sci. Technol.*, 2016.
- [17] H. E. Flores, T. S. Walker, R. L. Guimarães, H. P. Bais, and J. M. Vivanco, “Andean root and tuber crops: Underground rainbows,” *HortScience*, vol. 38, no. 2, pp. 161–167, 2003.
- [18] P. Rosales and A. Martínez, “Identificación de los principales antioxidantes presentes en Mexico,” 2010.
- [19] S. E. Jacobsen, A. Mujica, S.-E. Jacobsen, and A. Mujica, “El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres,” *Bot. Econ. los andes Cent. Univ. mayor San Andrés*, pp. 458–482, 2006.
- [20] S. Espín, E. Villacrés, and B. Brito, “Caracterización Físico - Química , Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos,” *Raíces y Tubérculos Andin. Altern. para la Conserv. y uso Sosten. en el Ecuador*, pp. 91–116, 2004.
- [21] A. Kagen, “Lunch Saludable,” 2014.
- [22] L. R. Benítez, P. García, and M. J. Pagan, “Formulación de un yogur funcional de zanahoria,” *RIUNET-UPV*, pp. 0–20, 2011.
- [23] M. Logrono, L. R. Benítez, and et.al, ““ Suplemento Con Valor Protéico Para La,” no. August, 2012.
- [24] J. Gross, C. G. Montero, P. Berti, and M. Hammer, “Caminando Hacia Adelante, mirando hacia atrás: en la primera línea de las transformaciones alimentares en Ecuador.PDF,” *Íconos. Rev. Ciencias Soc.*, vol. 54, no. enero, pp. 49–70, 2016.
- [25] G. Luna, “Algunas características de compuestos presentes en los frutos secos y su relación con la salud,” *Temas Ing. Aliment.*, 2010.
- [26] M. Quiñonez, ““Estudio de la gestión competitiva de las pequeñas y medianas empresas (PY-MES) comerciales. Caso Esmeraldas, República del Ecuador,”” *Rev. Obs. la Econ. Latinoam.*, vol. 1, pp. 1–20, 2012.
- [27] S. Betancourt, L. Benítez, M. Logroño, C. Andrade, and P. García, “Valor nutricional de un mix de alto contenido en fibra con vegetales andinos ”, 2016, pp. 1–8.
- [28] G. R. Suca and C. A. Suca, “Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial,” *Rev. Peru. Quim. e Ing. Quim.*, vol. 18, no. 2, 2015.
- [29] J. Dalgo, “Desarrollo de un complemento alimenticio proteico vegetal de alto valor biológico, a partir de la combinación de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet), y su aceptabilidad en niños preescolares, del Jardín Juan Montalvo de la,” 2015.
- [30] J. L. Mahan, L. Kathleen. Stump, Sylvia Escott. Raymond, Krause *Dietetapia*, 13 Edición. 2013.

DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE NOVILLAS EN LA HACIENDA LOS PINOS URBINA

(DETERMINATION OF THE PRODUCTION COSTS OF HEIFER REARING IN THE FARM PINOS URBINA)

E, Oleas-Carrillo (1)*, J, Benavides-Lara (1), P, Toalombo-Vargas (1), A, Villafuerte-Gavilán (1), F, Almeida-López (1).

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Dirección postal.

* Tel.: 0984068489, Fax: 032560911, E-mail: edwin_oleas@hotmail.com (E, Oleas)

RESUMEN

En la hacienda “Los Pinos Urbina”, parroquia San Andrés, se realizó la determinación de los costos de producción de terneras, por ser una investigación diagnóstica cuantitativa no existió esquema experimental. El registro de costos fijos fue de \$51 120,00, mientras que los costos variables de \$12 560,08 dando un balance general de \$63 680,08 que se dispone para actividades diarias. Los valores a tomar en cuenta son: el costo del consumo de leche, forraje de corte y de pastoreo dando valores de \$2 160; \$1 350 y \$492,75; los cuales son de importancia en la fase de crecimiento y desarrollo de las terneras que van a ser las futuras productoras de leche. El costo de producción de una ternera de reemplazo en un periodo de 15 meses llegando a ser vacona es de \$837,34 y se proyecta venderla en \$1000, que puede ser más alto si las condiciones de manejo fueron adecuadas para garantizar que la hembra tendrá una buena curva de producción. Al realizar el análisis de todos sus componentes fijos como variables, se pudo determinar que se mantiene una relación beneficio/costo de \$1,23; es decir por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$0,23 centavos de dólar y una utilidad por vacona de \$163,66.

Palabras claves: Costos, producción, terneras, rentabilidad, leche

ABSTRACT

At the farm “Los Pinos Urbina”, of San Andrés parish, the determination of the production costs of the raising of heifer, As a quantitative diagnostic investigation there was no outline of the experiment since no treatment and repetition. The record of the fixed costs of the cattle farm was \$51120,00 meanwhile variable costs of \$12560,08 giving a general balance of \$63680,00; that the farm has for its daily activities. The values to be taken into account are: the cost for milk supply, cut forage and grazing forage giving values of \$2,160; \$1,350 and \$492,75; which are of major importance in the phase of growth and development of the heifer as these will be the future producers of milk. The cost of production of heifer in a 15-month upturn period is \$837,34 and thus is projected to be sold in the market at \$1000; which can be higher, if it is known that the conditions of management were adequate to guarantee that the female will have a good production curve. When analyzing the records of all its components both fixed and variable, it could be determined that the farm maintains a cost benefit ratio of \$1,23; that is to say that for every one dollar invested obtains a profit of \$0,23 cents of the dollar and a utility per heifer of \$162,66

Key words: production, costs, heifer, Profitability, milk

1. Introducción

La lechería se basa en la genética, nutrición, manejo y sanidad. Todos estos aspectos son muy importantes, sin embargo se considera que el manejo es destacable ya que el productor debe trabajar en el confort de los animales desde la crianza hasta la época de producir leche, requiere tener un sistema de registros de seguimiento que permita realizar evaluaciones ágiles de las condiciones de la explotación. Las buenas prácticas en la explotación lechera no deterioran el medio ambiente aplicando un sistema de explotación adecuado para la gestión de residuos y garantizar que las prácticas de la explotación lechera no tengan efectos adversos en el medio ambiente local. Es necesario que los ganaderos comprendan y manejen los costos de producción de la etapa de levante de terneras de reemplazo, ya que estas son el futuro de la producción de leche en la explotación, de modo que se puedan tomar decisiones que conduzcan a optimizar la ganadería en términos económicos.

El empresario pecuario debe disponer de información precisa y regular en el tiempo, de modo que conozca el valor monetario de aquellos factores productivos (recursos y servicios) consumidos en el proceso de producción. La importancia de la investigación radica en el costo de producción de una ternera reemplazo en el periodo de levante dentro de la ganadería lechera, de tal modo que el productor tenga en cuenta el valor económico de la crianza desde el nacimiento hasta la época de empadre, dentro del criterio de manejo, sanidad y alimentación lo cual garantiza que el productor no adquiera empíricamente animales en el mercado. En todo sistema de producción encontramos un programa de seguimiento a través de registros que permitan conocer los distintos componentes de costos utilizados en la hacienda, los cuales deben ser analizados para demostrar al productor si obtiene rentabilidad en la crianza de terneras para una continua explotación lechera. Por lo expuesto anteriormente se planteó determinar los componentes del costo de la crianza de terneras de reemplazo en un periodo de levante de 15 meses desde el nacimiento hasta el tiempo de empadre.

2. Materiales y Métodos

2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se desarrolló en la Hacienda “Los Pinos Urbina”, de propiedad de la familia Caluña Chavez. El predio se encuentra ubicado en el Sector de Urbina perteneciente a la Parroquia San Andrés, Cantón Guano, provincia de Chimborazo a 30 Km de la Ciudad de Riobamba. La Hacienda se encuentra a una altura de 3700 msnm y ubicada a 0° 87' latitud sur y a 78° 65' longitud oeste.

2.2. Unidades experimentales

Para el presente trabajo investigativo por ser de diagnóstico donde se determinaron los componentes que intervinieron en el proceso de productivo de las terneras de reemplazo de la explotación ganadera, se recurrió a los registros de 15 terneras de reemplazo para recopilar los datos de manejo que intervienen en la crianza de las mismas, desde el nacimiento hasta el empadre, por lo tanto, no existió un esquema del experimento ya que no se consideró ningún tratamiento y repetición.

2.3. Procedimiento Experimental

Primeramente se realizaron visitas técnicas a los predios de la hacienda “Los Pinos Urbina”, para adquirir los conocimientos adecuados sobre los sistemas de manejo que se utilizan en la crianza de terneras reemplazo

La información que se recopiló para el presente trabajo de investigación fue producto de las anotaciones del libro de registros, observaciones, entrevistas, y encuestas efectuadas a los propietarios, trabajadores y personal afín a la hacienda. Posteriormente se efectuó la determinación de la utilización de recursos, existentes en la hacienda “Los Pinos Urbina”, y que sirvieron para la elaboración de cada una de las actividades. A continuación, se efectuó la recolección de datos que correspondieron a los costos tanto fijos como variables y también los gastos que hay diariamente. Luego de acuerdo a los registros existentes y a los datos recopilados se realizó la determinación de los componentes del costo de producción del periodo de levante de terneras reemplazo. Una vez recopilados todos los datos se procedió a la determinación del costo unitario de cada uno de los materiales empleados en la crianza de las terneras, del mismo modo se determinó el costo de las mismas.

3. Resultados y Discusión

3.1. Labores que se realizan en la crianza de terneras reemplazo en la hacienda “los Pinos Urbina”.

En la hacienda “Los Pinos Urbina”, ubicada en el sector de Urbina de la Provincia de Chimborazo se cuenta con un total de 15 terneras de reemplazo mestizas con registro de la raza Brown Swiss las cuales estaban bajo un sistema de crianza semi - extensivo con una edad aproximada de 15 meses según el libro de registro de los nacimientos en el mes de Julio del 2015. Para la crianza de las terneras se tuvieron diferentes cuidados que realiza el ternero como al nacimiento de la ternera se le suministra calostro en biberón, una medida de 4 lts/día y esto fue durante 3 días, luego se efectuó la desinfección del cordón umbilical con yodo y la aplicación de óxido de zinc por 3 días y posteriormente se les ubicó en el establo de terneras donde permanecieron 90 días bajo techo. Al tercer día de nacidas a las terneras se le suministró hierro en una dosis de 4 ml/vía intramuscular conjuntamente con un bolo vitamínico de 10 ml por vía oral. Al cuarto día se les suministraron dos litros de leche en la mañana y dos litros de leche en la tarde en balde dando un total de 4 lts/día, a más de ello recibieron 0,5 kg de balanceado inicial que aporta el 18% de proteína, también se brindó 5 kg de forraje en materia verde de ray gras, esta alimentación mixta con leche más balanceado y más forraje se suministró hasta los tres meses de edad que son destetadas y realizadas el descorné con hierro candente y luego llevadas en grupo al pastoreo por lotes con sistema de cerca eléctrica, recibieron una medida de pastoreo de 2 metros de ancho por 100 metros de largo dando 200 m²/día, desde los tres meses hasta el año de edad que están listas para el empadre. Dentro de esta misma alimentación recibieron una mezcla de suplemento a base de balanceado de crecimiento para terneras que aporta el 14 % de proteína en una cantidad de 0,5 kg más 0,5 kg de afrecho de trigo y más 0,6 kg de suplemento de sal mineral, todo lo mencionado en mezcla distribuida en 5 comederos plásticos grupales hasta el año de edad. A los 7 días se aplicó la vacuna nuemobac en dosis de 5ml/ternera por vía subcutánea. A los 3 meses de edad se realizó la desparasitación interna y externa con ivermectina al 1% en una dosis de 3 ml/ternera, conjuntamente se aplicaron vitaminas del complejo B en dosis de 5 ml/ternera, luego se realizó cada 6 meses alternando con la vitamina AD3E, en dosis de 3 ml/ternera. A los 3 meses se aplicó la vacuna sintoseptoxoide en dosis de 5 ml/ternera por vía subcutánea. A los cuatro meses se aplicó

la vacuna bobact 8 en dosis de 5 ml/ternera por vía subcutánea. A los seis meses de edad se aplicó anti brucelosis con la vacuna cepa 19, en dosis de 2 ml/ternera por vía subcutánea.

También se aplicó la vacuna para la prevención de Aftosa de Agrocalidad en dosis de 2 ml/ternera por vía subcutánea. Para el pastoreo de las terneras se destinaron 5 hectáreas, las cuales están divididas mediante cerca eléctrica en jampas de chonta, por cada hectárea están 120 chontas, en total 600 chontas. Las terneras toman agua de abrevadero, para el suministro de agua se tienen dos tanques plásticos de 1000 lts. Al trabajador que cuida las terneras se le denomina ternerero, el cual percibe un sueldo mensual de 300 dólares americanos y está involucrado en todos los aspectos de la crianza de las terneras de reemplazo, así como de manejo, sanidad, alimentación y en el mantenimiento de los lotes de potrero para el pastoreo. El técnico veterinario realizó chequeos antes de los 15 meses de edad previos a la época de empadre para el primer servicio, encontrando aptas a las ya vaconas para ser inseminadas o darles monta natural. Entre otras labores de manejo está la identificación de la ternera en la oreja derecha por medio de arete plástico, donde se registró el número, nombre y edad del animal, así como también descorné con hierro candente, también extirpación de pezones supernumerarios, además de otros gastos de material utilizado como tijeras, guantes, agujas y jeringas.

3.2. Evaluación de costos generados en la crianza de terneras en la hacienda “Los Pinos Urbina” Inventario de animales

En la investigación se estudiaron los costos en que se incurre para la crianza de terneras reemplazo en la hacienda ganadera “Los Pinos Urbina”, para lo cual se conoció la cantidad de animales en sus diferentes fases productivas y reproductivas, para determinar que rentable es la producción de terneras de reemplazo que serán las futuras productoras de leche, el total de animales que existía en la hacienda era de 175 semovientes, de las cuales 75 son vacas en producción lo que representó el 42,86 % del total de animales y que constituyeron la mayoría de los semovientes que se encuentran en la hacienda, a continuación se registraron 35 vacas secas que representan el 20 % del total del hato, prosiguiendo con la evaluación de los registros, se tienen en la hacienda 19 vacas vientre, constituyendo el 10,86 % del total, además se identificó la existencia de 15 vaconas fierro, que representaron el 8,57 % del total y que son los animales que están siendo evaluados en la investigación. Además se registraron 13 vaconas de media constituyendo el 7,43 % del total, existen 10 terneras que representan el 5,71 %, 5 terneros que son el 2,86 % del total y 3 toros que son el 1,71 % de los animales, como se ilustra en la Fig. 1, con lo cual quedan establecidas de manera ordenada que animales se encuentran disponibles en la hacienda, y cuáles son los cuidados en su crianza, los que tienen relación directa con la eficiencia económica, no solo de la explotación ganadera, sino también de sus alrededores, al generar fuentes de empleo directas e indirectas y mejorar el paisaje y las condiciones de vida de los componentes del ecosistema.



Fig. 1. Estructura del hato de la hacienda “Los Pinos Urbina”.

Peso Inicial

Las medias que presentaron fueron igual a 38,25 kg, con un error estadístico igual a $\pm 0,80$ kg, un valor de mediana de 39 kg, y moda de 40 kg de peso inicial, con lo cual se puede afirmar que los pesos de las 15 vaconas de reemplazo están ubicadas en un rango de 38 kg a 40 kg, esto es importante conocer ya que estos animales son las que están acabando la etapa de crecimiento y se alistan para entrar en etapa de reproducción por lo que el peso debe ser considerablemente elevado para que al entrar en la etapa siguiente puedan cumplir con todos los requerimientos de los procesos biológicos, también es importante que este peso con el paso de las semanas aumente, esto dependerá de la calidad de nutrientes que ingieran los animales, así como también las características de crianza de las cuales dispongan. Los requerimientos nutricionales en diversas etapas son estudiados por Lanuza, F. (2014), quien manifiesta que la primera alimentación del ternero, es el calostro ingerido durante 2 días a 3 días y en cantidad de 1 litro por cada 10 kg de peso en 2 raciones al día. (1 ternero de 40 Kg de peso consume 4 litros al día). Al nacimiento, el ternero se comporta como un monogástrico y dependiendo del tipo de alimentación, evoluciona más rápido o más lento la formación del estómago compuesto del rumiante adulto. La meta de peso vivo a lograr a los 6 meses es de 160 kg a 170 kg, así como también Andres, G. (2012), menciona que el sistema de alimentación de una ternera debe ser el más flexible, económico y conveniente, existe una inducción al consumo de forraje lo que incide en menores problemas digestivos al ingerir altos contenidos de fibra. El concentrado no debe darse más de 3 kg por día y los ensilajes no se recomiendan hasta el segundo mes de edad.

Peso al empadre

En el análisis de las medias obtenidas al peso al empadre las vaconas en la hacienda “Los Pinos Urbina”, reportaron medias de 321,75 Kg con un error típico de $\pm 2,26$ Kg, un valor de mediana igual a 320,00 Kg y un valor de moda de 320,00 Kg, con lo que se puede afirmar que la mayoría de las 15 vaconas de reemplazo están ubicadas en un rango de peso de 320 Kg a 322 Kg, evaluando los registros respectivos que estos animales han incrementado su peso en alrededor 283 Kg, es decir 2,36 Kg diarios, lo cual es un indicativo de que la alimentación ha sido adecuada y que se han podido suministrar todos los nutrientes para una dieta diaria equilibrada, ya que según la bibliografía, se debe tener un crecimiento de las vaconas de 0,9 Kg/día lo cual es inferior al crecimiento que se tiene en la presente investigación, también puede ser un indicativo de que la raza del animal es de buena genética apropiada para la producción de leche en la zona en la que se realizó la investigación, con lo cual el productor dispondrá de ganancias adecuadas para mejorar la productividad de la hacienda ganadera, ya que en la bibliografía se afirma que para que las vaconas de reemplazo acaben esta etapa e inicien su fase reproductiva se debe tener pesos entre 320 Kg a 350 Kg.

Los resultados expuestos, tienen su fundamento en lo que indica Irala, A. (2011), quien manifiesta que una buena alimentación orgánica en la lechería se relaciona a una alta producción y buena salud. La alimentación de los animales mayores de 6 meses debe ser de 80 % a 90% de pasto de buena calidad. La mayoría de productores no considera la verdadera importancia de las vaconas en la explotación sin proveer de una alimentación apropiada para su crecimiento y desarrollo.

Costos Fijos

En la evaluación de los costos fijos generados en la hacienda “Los Pinos Urbina”, se determinó que parte del presupuesto se destina a la producción y mantenimiento de las instalaciones, para mejorar las condiciones de crianza de los animales, en el tema económico se determinó que en la adecuación de los establos para las terneras en los 15 meses de crianza se gastaron \$ 3000 que

constituyó el 5,87 % del total de gastos. En los costos por operación y adquisición del tractor se destinaron \$ 40000, lo que representó un 78,25 % de los costos fijos, la operación de la rastra de 24 discos tuvo un precio de \$ 4000 que fue el 7,82 % de los gastos totales, a la operación de la máquina para arado de 4 discos se destinaron \$ 3000, que constituyó el 5,87 % del total de los costos fijos, en adquisición de rastrillos se gastó \$ 5, en adquisición de machete se gastó \$ 7, en palas se utilizó \$ 8, en adquisición de una carretilla \$ 25 y la cavadora de \$ 15; estos rubros sumados constituyeron el 0,12 % del total de costos fijos, en los costos de mano de obra se observó en los registros que al pago del ternerero se destinaron \$ 300 y este valor constituye el 0,59 % del total de los gastos por costos fijos, por último en los gastos administrativos se cancelaron \$ 400 al administrador, \$ 320 al contador y \$ 40 en cuestiones de papelería, los gastos administrativos constituyeron el 1,49 % de los gastos totales.

Costos de Insumos

En toda explotación ganadera se generan varios costos por efecto de los insumos en la hacienda ganadera “Los Pinos Urbina”, estos fueron divididos en costos generados por mantener la sanidad de los animales y en costos por efecto de la alimentación, en el primer rubro se generaron gastos por efecto de la compra de vitaminas, lo cual tuvo un valor de \$ 92,7 y constituyó el 21,25 % del total de los costos, en la compra de antiparasitarios, se invirtieron \$ 17,1 que fue el 3,92 % del total de los gastos, se utilizaron en la compra de desinfectantes \$ 12, que fue el 2,75 % de la inversión total, además en antibióticos \$ 14,25, que fue el 3,27 % del total de los gastos, en vacunas un total de \$ 128,25, que fue el 29,41 % de los costos y se invirtieron en la visita de un ginecólogo \$ 150, que fue el 34,39 % de los costos, invirtiendo un total en sanidad de \$ 414,30 para las 15 terneras.

Costos Variables

En la evaluación de los costos variables, se tomó en cuenta la alimentación a las terneras durante los primeros días con calostro, con un valor total de 18 dólares para las 15 terneras mientras tanto que la leche que se les suministró durante 90 días reportó valores económicos de \$ 2160, ya que se debía proporcionar 4 litros diarias por ternera con un costo de \$ 0,40 centavos por litro, además se proporcionó agua de abrevadero, sales minerales balanceado inicial y de crecimiento de acuerdo a las necesidades nutritivas de cada una de las terneras con un costo de \$ 37,8; \$ 32,85; \$ 168,75 y \$ 547,5 respectivamente. Un rubro que debía tomarse muy en cuenta es el costo por suministro de forraje de corte y forraje de pastoreo que fue de \$ 1350 y \$ 492,75 por 90 días y 365 días a las 15 vaconas para permitir que su desarrollo sea el adecuado, ya que es necesario en esta etapa fisiológica que es determinante ya que son las futuras productoras y se quiere que ingresen a este periodo con las condiciones más apropiadas para que su pico de producción sea más alto. Al desglosar los costos de alimentación, incluyendo otros insumos como afrecho de trigo en la cual se gastaron \$ 410,625 dólares, se aprecia que los gastos totales durante los 15 meses de observación de los registros de la hacienda ganadera fueron de \$ 5218,28 para los 15 semovientes utilizados para la investigación. Otro rubro dentro de los costos variables es el costo de materiales que se emplean en la crianza de las terneras de reemplazo (Tabla 1).

Una vez detallados todos los gastos, se realizó un balance general para saber en cuál de los aspectos observados se está incurriendo más y como se puede reducir o mejorar las condiciones de crianza de las terneras hasta los 15 meses, ya que este tipo de vaconas no generan ganancias puesto que se encuentran en una etapa en donde se debe dar la transición para la producción, es por ello que esta fase infiere gastos en alimentación apreciándose una inversión en costos fijos igual a \$ 51 120,00 que constituyó el 80,28 % de los gastos totales generados en la hacienda y

la inversión generada por costos variables tuvo un valor igual a \$ 12 560,08 lo que se genera un 19.72 % del total de los gastos, con esto se puede afirmar que los gastos por efecto de costos fijos constituyen el mayor porcentaje, esto dado que estos gastos incluyen la inversión en mano de obra y en maquinaria que ayuda a la mantención de la hacienda y que por ser de tipo mecánico tienen un alto costo, pero cabe destacar que esta fuerte inversión es recuperada ya que las maquinas pueden durar con un buen mantenimiento.

Tabla 1. Costos de materiales empleados en la crianza de terneras de reemplazo de la hacienda “ los Pinos Urbina”.

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Rollo de alambre para cerca	1	120	120
Rollo de manguera de agua	1	56	56
Cerca eléctrica de 80 Km	1	329	329
Tanque plástico de agua 1000 lts	2	90	180
Salero	1	20	20
Areteadora universal	1	30	30
Aretes	12	1,25	15
Jampas de chontas	600	1,25	750
Comederos plásticos	5	20	100
Botiquín veterinario	1	15	15
Balde plásticos	15	1	15
Biberón	4	3,75	15
Jáquimas	15	0,5	7,5
Sogas	15	0,5	7,5
Estacas	20	0,5	10
Cobertor	15	1,5	22,5
Agujas	50	0,1	5
Jeringas	50	0,2	10
TOTAL			1707,5

Es necesario, tomar en cuenta la cantidad de trabajadores que se tienen en la hacienda, ya que a medida que se va incrementando el número de animales será necesario que se contrate más personal, que serán ocasionales, ingresaran dentro de los costos variables, para que se pueda controlar todo lo que ocurre en la hacienda, ya que la alimentación, la limpieza de las instalaciones, la siembra de forraje, todo esto depende de la cantidad de trabajadores que exista y con esto mejorar el rendimiento de los animales, las vaonas de reemplazo siempre exigen cuidados exhaustivos, ya que constituyen animales que reemplazaran a las vacas de descarte que muchas veces tienen producciones elevadas y que constituyen el eje primordial para las ganancias en la explotación.

Constanza, P. (2016), en el aspecto de Alimentación, considera, que no solo debemos tener en cuenta cada alimento por sí y en un determinado periodo; sino; además, las variaciones de Calidad que pueden sufrir durante el año. El control de los mismos en muchas ocasiones es importante. ej.; variaciones en la palatabilidad de un alimento Iniciador; puede influir enormemente

sobre el consumo y luego esto en la ganancia de peso diario. Para el caso de los reemplazantes de leche, es importante que dispongan en su formulación altos contenidos de componentes lácteos, fundamentalmente para terneras de menos de 21 días de vida donde aún, no funciona todo su paquete enzimático y necesita por lo tanto componentes de alta digestibilidad. Por último; mantener el equilibrio entre la formulación del alimento, calidad de las materias primas y en la forma de suministro y manejo, será muy importante para lograr los objetivos de mantener una buena rentabilidad en la hacienda ganadera.

Depreciación de bienes

La valoración y la apreciación son un efecto del avance económico y que si se tienen bienes físicos, en su mayoría van a sufrir estos efectos citados anteriormente, ya que el valor monetario va cambiando con el paso de los años y que si se requiere la venta de los bienes no van a tener el mismo precio que el que se adquirieron, y hay que conocer estos valores para tener una idea de los activos físicos que se tiene en la hacienda y para determinar la solvencia de la misma, se dividieron los activos en equipos y materiales, en el primer segmento se evaluó la depreciación que sufrió el tractor, el cual tuvo una depreciación anual igual a \$ 4600 y al final de la investigación se devaluó en \$ 6900, otro equipo que se depreció en gran valor fue el equipo para arado de 4 discos que tuvo un valor de depreciación igual a \$ 1000 por año y al final de la investigación el valor de depreciación fue igual a \$ 1500, la rastra de 4 discos sufrió una depreciación anual igual a \$ 800 y al final la depreciación fue igual a \$ 1200, la báscula de recibo tuvo una depreciación anual igual a \$ 280 y al final de la investigación fue igual a \$ 420, mientras tanto que el análisis de la depreciación de los materiales los rastrillos sufrieron una depreciación de \$ 22 al final de la investigación, las palas sufrieron una depreciación de \$ 18, el tanque plástico de almacenamiento de agua sufrió una depreciación igual a \$ 135, los baldes plásticos sufrieron una depreciación igual a \$ 11.25 y los biberones sufrieron una depreciación igual a \$ 14,01, se puede apreciar en los valores de depreciación obtenidos en los activos que los equipos sufren una depreciación más acentuada que los materiales, esto debido a que los materiales tienen una corta vida útil, ya que muchas veces se dañan y por tanto hay que renovando los materiales para no tener falta de los mismos en la hacienda.

Rentabilidad

El análisis de rentabilidad de la producción de vaconas de reemplazo es el más importante dentro del análisis económico, ya que es el que le interesa al productor debido a que en ello se encuentra la forma de evaluar si su ganado está dando resultados favorables o desfavorables en su crianza, además de que evalúa la tasa de inversión que se puede generar para mejorar las condiciones de crianza de terneras de reemplazo. En la evaluación de la rentabilidad en la hacienda ganadera “ Los Pinos Urbina” ubicada en el sector de Urbina, se tuvo la crianza de 15 vaconas de reemplazo lo cual ocasionó un rubro de egresos igual a \$ 12 560,08; distribuido en compra de insumos, de maquinaria y materiales, contratación de personal certificado que cuida las instalaciones y los animales, cuidado sanitario de los animales, adecuación debida del espacio de crianza de las vaconas de reemplazo, todo esto trajo un gasto por vaconas de \$ 837,34 este monto fue elevado debido a que en la etapa que atraviesan las vaconas de reemplazo se tiene gran cuidado, ya que no son tan resistentes como en otras etapas y por lo general se invierte mucho en alimentación, en la hacienda se registró la venta de 5 machos lo cual constituyó un ingreso igual a \$ 500 y la venta de 15 vaconas de reemplazo, las misas que fueron vendidas a \$ 1000 cada una, lo cual generó un valor igual a \$ 15 000 por el concepto de venta de animales.

Los resultados expuestos generaron una relación de beneficio costo de \$ 1,23, lo que indica

que por cada dólar invertido en la crianza de terneras de reemplazo en un periodo de levante de 15 meses donde llegaron a ser vaconas fierro se ganó un monto igual a \$ 0,23 centavos de dólar, además se demuestra una utilidad de \$ 162,66 por vacona, esto es económicamente viable ya que la inversión que se está generando en la hacienda está siendo recuperada y se tiene una ganancia importante por cada vacona de reemplazo criada.

4. Conclusiones y Recomendaciones

El registro de los costos fijos de la hacienda ganadera “Los Pinos Urbina” fue de \$ 51 120,00 mientras tanto que los costos variables fueron de \$ 12 560,08, dando un balance general de \$ 63 680,08 que la hacienda dispone para sus actividades diarias, no solo en la producción de terneras de reemplazo sino también para el resto de animales que forman parte del hato.

El rubro que se debe tomar muy en cuenta es el costo por suministro de leche, forraje de corte y forraje de pastoreo, dando valores económicos de \$ 2160; \$ 1350 y \$ 492,75 que son de mayor importancia en la fase de crecimiento y desarrollo de las terneras de reemplazo, ya que estas van hacer las futuras productoras de leche reflejando la rentabilidad de la empresa.

El costo de producción de una ternera de reemplazo en un periodo de levante de 15 meses es de \$ 837,34 y si se proyecta venderla en el mercado a un precio de \$ 1000, que puede ser más alto si se conoce que las condiciones de manejo fueron las adecuadas, para garantizar que la hembra tendrá una buena curva de producción, sin embargo con las respuestas registradas se tiene una utilidad de \$ 162,66 por vacona de reemplazo.

Al realizar el análisis de los registros y de todos sus componentes tanto costos fijos como variables de la hacienda ganadera los “Los Pinos Urbina”, se pudo determinar que la hacienda se mantiene con relación beneficio costo de \$ 1,23 dólares, es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 0,23 centavos de dólar y una utilidad por vacona del 163,66 dólares, que pueden superarse si las vaconas a futuro resultan buenas productoras de leche y su pico de producción sea más alto y durante un mayor periodo de tiempo.

De acuerdo a las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda mantener los registros estrictamente controlados sobre los costos fijos y costos variables que se mantienen en la explotación ganadera, para conocer la situación actual y de esa manera controlar los diferentes aspectos relacionados con la producción de terneras de reemplazo.

Es recomendable efectuar un mantenimiento periódico de los equipos materiales e instalaciones, que forman parte del inventario de la explotación ganadera, para conservarlos en buenas condiciones y que se alargue la vida útil de cada uno de los mismos, para que luego de que cumplan con su utilidad se les pueda reemplazar por otros de mayor tecnología.

Se recomienda realizar un plan básico de vacunación, que el productor puede cambiar o modificar según sus necesidades, como prevención ante las distintas enfermedades, ya que no todas las vaconas de reemplazo se quedan en la propiedad, con ello se permite garantizar la salud de las mismas al momento de venderlas en el mercado. También se sugiere que el productor construya un banco de almacenamiento de calostro de buena calidad, para suministrar a las becerras en los primeros días de nacida.

Es recomendable destinar un parte de la explotación ganadera para producir terneras de reemplazo ya que transcurrido 15 meses puede existir material genético para utilizar como reemplazo de las vacas descarte, con ello mejorar las características productivas del ható y el sobrante puede ser comercializado a buen precio, todo esto conlleva a un crecimiento económico de la hacienda y por ende de todos los componentes de la misma ya que se generarían fuentes de trabajo directa e indirectamente.

Referencia

1. AGUILAR, I. 2001. Costos de Producción de Novillas Holstein a primer parto en lecherías especializadas en la Zona Media de San Carlos y Tiempo de Retorno de la Inversión (Doctoral dissertation, Tesis presentada a la Escuela de Zootecnia como requisito parcial para optar al título de licenciada en Ing. Agronómica con énfasis en Zootecnia Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. San José, Costa Rica).
2. ANDRÉS, G. 2016. Costos de producción de vaconas de reposición. . 3a ed. Madrid, España. Edit. Mundi. Prensa, pp. 65-68. Disponible en <http://wwwweconoagro>.
3. ARTIEDA, C. 2015. Análisis de los sistemas de costos como herramientas estratégicas de gestión en las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Revista Publicando, 2(3), 90-113.
4. BOBADILLA-SOTO E, ESPINOZA A, MARTÍNEZ F. (2010) Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. Rev Mex Cienc Pecu;1:251-268
5. BARRÓN-AGUILAR JF, GARCÍA-MATA R, MORA-FLORES JS, LÓPEZ-DÍAZ S, PRÓ-MARTÍNEZ A, GARCÍA-SÁNCHEZ RC. 1995. Competitividad y efectos de política económica en la producción de cerdo en pie de 13 granjas porcícolas en el estado de Michoacán. Agrociencia 2000;34:369-377.
6. CONSTANZA, P. 2016. Cría del ganado y animales de granja; cría de la vaca y el ternero. 3a ed. España. Edit. CEAC, pp. 7-19.
7. CHACÓN, G. 2006. Relevancia de la Información Contable. Actualidad Contable Faces, vol. 9, núm. 13, julio-diciembre, 2006, pp. 3-4, Universidad de los Andes. Venezuela.
8. DOMÍNGUEZ, R., MARTÍNEZ, J., JORDÁN, C., CASTAÑEDA, F, JUÁREZ, N., FUENTES, G., HARO, H. 2014. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000–2012. Contaduría y administración, 59(2), 253-275.
9. GARCÍA S., OSCAR LEÓN. 1999 “Administración Financiera”. Centro de Publicaciones EAFIT, Medellín. 3ª edición. 573p.
10. HANSEN, R. MOWEN, M. 2007. Administración de costos. Contabilidad y control. Quinta Edición. Thompson Learning. México.
11. HARGADON, BERNARD J. Y MÚNERA C., ARMANDO. 1994 “Contabilidad de Costos” Editorial Norma 2ª edición. Bogotá 313p
12. HERNÁNDEZ J, REBOLLAR S, ROJO R, GARCÍA J, GUZMÁN E, MARTÍNEZ J, DÍAZ, M. 2008 Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. Universidad y Ciencia.24(2):117-124.
13. HOLMANN, F., RIVAS, L., CARULLA, J., GIRALDO, L., GUZMAN, S., MARTINEZ, M., . & FARROW, A. 2003. Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los Mercados: Un Análisis del Caso Colombiano. Documento de trabajo, 193.
14. IRALA, A. 2011. Uso de aditivos en alimentación del ganado bovino. Disponible en: <http://www.engormix.com/html>.
15. JACOME, H. King, K. (2013). Estudios Industriales de la Micro, Pequeña y mediana Empresa, FLACSO Ecuador – MIPRO.
16. LANUZA, F. 2006. Crianza de terneros y reemplazos de lechería. Manual de producción de

- leche para pequeños y medianos productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Centro Regional de Investigación Remehue, Chile, pp. 109-128.
17. LASCANO, V. 2002. Análisis de competitividad de la cadena agroalimentaria del tomate de árbol en Ecuador. Trabajo de grado. Facultad de Economía, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Quito
18. MAHECHA, B. 1998. La gestión empresarial como herramienta para la producción eficiente en las explotaciones ganaderas. In Conferencia presentada en la Asamblea de Evaluación del Comité de Modernización de la Ganadería. Villavicencio.
19. MILERA, M., LAMELA, L., HERNÁNDEZ, D., HERNÁNDEZ, M., SÁNCHEZ, S., PEN-TÓN, G., & SOCA, M. 2001. Sistemas intensivos con bajos insumos para la producción de leche bovina. Pastos y forrajes, 24(1), 49-58.
20. NAVARRETE, E. T., VIDAL, M. L., ZAMBRANO, F. V., CAMPUZANO, G. M., LAÍÑO, A. S., & NAVARRETE, Y. T. 2014. Canales y márgenes de comercialización de leche bovina en la parroquia guasaganda, cantón la maná, cotopaxi, ecuador/trading channels and margins of bovine milk in guasaganda parish, la mana canton, cotopaxi, ecuador. Ciencia y tecnología, 7(2), 1.
21. PROYECTO PDT INNOVACHILE-CORFO12PDT-16713. 2012. “Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería mejorando aspectos económicos y productivos del rebaño a través de difusión y transferencia de nuevos instrumentos y metodologías tecnológicas, para aumentar la competitividad de los productores lecheros de la Región de Los Lagos”, ejecutado por INIA, con el apoyo de Futurolac S.A. y Acoleche AG.
22. POLIMENI, S. RALPH. FABOZZI, J. FRANK Y ADELBERG, H. ARTUR. 1994 “Contabilidad de Costos”. Editorial McGraw -Hill, 3a. ed. Bogotá.879p.
23. RINCÓN, C. FERNANDO, V. 2016. Costos: decisiones empresariales. Ecoe Ediciones.
24. RÍOS A., GÓMEZ, L. 2008. Analisis de costeo para un sistema de produccion de lecheria especializada un acercamiento al análisis económico en ganadería de leche: estudio de caso. Dyna, 75(155), 37-46.
25. SALCEDO, C. 1997. “Sistema Contable para la toma de Decisiones en la empresa Ganadera Agropecuaria Aroa de Lara”. Trabajo de Grado para optar al título de licenciado en gerencia agroindustrial. Universidad Yacambú, Barquisimeto, Estado Lara; Venezuela.
26. SALGADO, F., MUJICA, D., DICKERSON, F., & GE TEWOLDE, A. 1990. Componentes de eficiencia en la producción de carne y leche. In Conferencia Internacional sobre Sistemas y Estrategias de Mejoramiento Bovino en el Trópico19-24 Set 1988Guatemala (Guatemala) (No. CATIE ST IT-149). CATIE, Turrialba (Costa Rica) Universidad de San Carlos, Guatemala (Guatemala).
27. SÁNCHEZ, J. 2002. Análisis de rentabilidad de la empresa. En: 5campus.com, Análisis Contable, [http:// www.5campus.com/leccion/anarenta](http://www.5campus.com/leccion/anarenta).
28. SÁENZ, U. 2008. Inteligencia económica y tecnológica: factor de innovación, competitividad y desarrollo. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma Metropolitana de México, México D.F.
29. SOSA M, GARCÍA M, OMAÑA S, LÓPEZ L. 1995 Rentabilidad de doce granjas porcícolas en la región noroeste de Guanajuato. Agrobiencia 2000;(34):107-113.
30. VERA, R. SERE, R. 1989. Resultados obtenidos con *Andropogon gayanus* en las fincas de los productores de ganado. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

PREVALENCIA DE ANTICUERPOS Y FACTORES DE RIESGO A LA DIARREA VIRAL BOVINA EN GANADO LECHERO NO VACUNADO DEL SUR DEL ECUADOR

(PREVALENCE OF ANTIBODIES AND RISK FACTORS TO BOVINE VIRAL DIARRHOEA IN NON-VACCINATED DAIRY CATTLE FROM SOUTHERN ECUADOR)

V. Herrera Yunga (*), F. Castillo Solano (2), A. Torres Gualán(3), G. Escudero Sánchez(4), R. Abad Guzmán(5).

1 Carrera de Zootecnia. Facultad de Ciencias Pecuarías, Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba- Ecuador EC060155

2,3 Centro de Biotecnología. Universidad Nacional de Loja. Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, La Argelia Casilla: Letra "S".

4 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agropecuaria, Universidad Nacional de Loja Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, Casilla: Letra "S".

5 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Técnica de Ambato, Av. Colombia y Chile Ambato-Ecuador. *Correspondencia. Tel. 0994963298, Fax: 0994963298, E-mail: vanessa.herrera@esPOCH.edu.ec (V, Herrera Yunga)

RESUMEN

Se realizó un estudio transversal para identificar los factores de riesgo de la infección por el virus de la diarrea viral bovina (BVDV) en 390 vacas lecheras seleccionadas al azar, las cuales fueron analizadas con muestras de leche utilizando un Kit ELISA comercial (IDEXX). Los resultados de esta prueba revelaron que 104 (27, 3%) vacas eran positivas para anticuerpos contra BVDV. Después de utilizar la regresión logística para identificar los factores de riesgo asociados al estado de anticuerpos de BVDV, la utilización de inseminación artificial (IA) y sistema de producción ganadera semi-intensiva se asoció significativamente con el estado de BVDV ($P < 0,04$). Como resultado, en los rebaños de vacas lecheras que usan IA, las probabilidades de positividad del BVDV aumentaron en 2,08 (IC del 95%: 1,28-3,38), mientras que en los ganados lecheros con sistema de producción ganadera semi-intensiva se incrementaron en 1,63 (IC del 95%: 1,03 – 2,59).

Palabras claves: BVDV, Epidemiología, Factor de riesgo, Prevalencia, AI, anticuerpos.

ABSTRACT

A cross-sectional study was carried out to identify risk factors for bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in 390 randomly selected dairy cows, which were tested for antibodies in milk samples using a commercial Kit ELISA (IDEXX). Results of this test revealed that 104 (27.3 %) cows were BVDV antibody positive. After using logistic regression to identify the risk factors associated to BVDV antibody status, the utilization of artificial insemination (AI) and semi-intensive livestock production system were significantly associated with BVDV status ($P < 0.04$). As a result, in dairy herds that use AI the odds of BVDV positivity were increased by 2.08 (95% CI: 1.28–3.38) while in dairy herds with semi-intensive livestock production system they were increased by 1.63 (95% CI: 1.03 – 2.59).

Key words: BVDV, Epidemiology, Risk factor, Prevalence, AI, antibodies

1. Introducción

La Diarrea Viral Bovina (DVB) es causada por un pequeño virus de ARN de cadena positiva envuelto del género Pestivirus de la familia Flaviviridae que afecta al ganado comprometiendo su salud y producción de leche que conduce a un deterioro económico importante (1). El virus de la diarrea viral bovina (BVDV) es un patógeno del ganado bovino distribuido en todo el mundo. El género contiene varias especies, incluyendo los dos genotipos del virus de la diarrea viral bovina (BVDV) (tipos 1 y 2) y los virus estrechamente relacionados de la peste porcina clásica y de la frontera ovina (2).

La infección por BVDV afecta principalmente a las vacas preñadas causando abortos, mortinatos, momificación fetal y nacimientos de terneros con tolerancia inmune al BVDV (3,4,5). Además, es muy probable que las vacas infectadas con el virus del BVDV no citopático durante el período de gestación temprana produzcan terneros persistentemente infectados (PI), que son los principales responsables de la diseminación de BVDV a través del desprendimiento viral continuo de todas las superficies mucosas (6). Además, la infección por pestivirus ocurre con leucopenia y la inmunosupresión debido a que el BVDV ataca principalmente a las células del sistema inmunitario, lo que hace que estos animales sean susceptibles a otros patógenos (7,8).

Esta infección puede detectarse indirectamente mediante análisis de anticuerpos de suero o leche de animales que rodean a los grupos infectados (9,10,11).

En muchos países, la información sobre la prevalencia, la incidencia y los factores de riesgo asociados ha sido la línea de base para diseñar e implementar medidas de control regionales eficaces que minimicen los efectos adversos de la infección por BVDV en la salud y la productividad del hato (12).

Además, factores tales como el tipo de reproducción, la altitud, la edad de las vacas y el sistema de producción ganadera se han asociado con la infección por BVDV (13,14,15).

Un estudio previo sobre la seroprevalencia de la infección por BVDV se realizó en la región central y norte del Ecuador (15), pero los factores de riesgo relacionados con esta infección no han sido claramente definidos. Por lo tanto, los objetivos del presente estudio son conocer la distribución de la prevalencia del BVDV y determinar sus factores de riesgo en una población de rebaños lecheros no vacunados del sur del Ecuador.

2. Materiales y Métodos

El estudio transversal se realizó en la ciudad de Loja para investigar la prevalencia y los riesgos asociados a la presencia de anticuerpos contra el BVDV en muestras de leche en vacas. La información de los rebaños lecheros fue recolectada en las 3 parroquias urbanas (El Valle, San Sebastián y Sucre) y 10 parroquias rurales (Chuquiribamba, El Cisne, Gualale, Jimbilla, Malacatos, San Lucas, Santiago, Taquil, Vilcabamba y Yangana) en el lapso de febrero a abril de 2015, donde las vacas vacunadas fueron excluidas del estudio.

2.1 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculó, tomando en cuenta la fórmula cuando la población es finita (16). Debido a la falta de información actualizada, el número de Unidades de Bovinas Adultas (UBAs) se tomó de una proyección del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos para 2013 (17). Esto estima que la ciudad de Loja tendrá aproximadamente 49.829 Unidades de Bovinas Adultas. Más de la mitad de ellos (60%) se dividen en vacas secas y vacas en la producción lechera, el 50% de las cuales están relacionadas con nuestro estudio debido al análisis de la muestra de leche. Por lo tanto, el tamaño de la muestra de 390 se obtuvo aplicando la misma fórmula a

cada parroquia.

2.2 Recopilación de datos

La encuesta epidemiológica se realizó antes de recoger la muestra de leche. Los ganaderos fueron entrevistados usando preguntas “cerradas”. Para fines de identificación, a cada ganadero y vaca lechera se le asignó un código de identificación único. Las variables incluidas en este estudio fueron:

Estado serológico: se determinó la presencia o ausencia de anticuerpos de BVDV por muestra y control positivo (S / P), donde los valores $\geq 0,30$ se consideraron positivos y valores $\leq 0,20$ se consideraron negativos.

Métodos de reproducción: inseminación artificial y apareamiento natural.

Signos clínicos: diarrea, secreción ocular, abortos, infertilidad y secreción nasal.

Altitud del rebaño lechero: se clasificó en dos grupos: 1) 1400 a 2100 metros sobre el nivel del mar y 2) más de 2100. Número de partos: se consideró desde el primer nacimiento.

Bioseguridad: rodaluvios, pediluvios o ninguno fueron considerados.

Los sistemas de producción ganadera: sistema semi-intensivo y extenso se tuvieron en cuenta para el estudio.

Razas: todas las razas explotadas en el distrito de Loja fueron elegidas. Son Holstein, Brown Swiss, Jersey y ganado criollo.

2.3 Recolección de muestras y examen serológico

Antes de tomar la muestra, se realizó la preparación aséptica de los pezones (limpiados con etanol al 70%) y el descarte de los primeros 4 chorros de leche. Se recogió una única muestra de leche (~ 10 ml) por vaca. Luego, se mantuvo en hielo hasta que llegó a las instalaciones de investigación, lo que tomó como máximo 8h. A continuación, las muestras se almacenaron a -20°C hasta que comenzó el trabajo en el laboratorio.

Para iniciar los análisis en el laboratorio, las muestras fueron descongeladas gradualmente (-20°C , 4°C , hasta alcanzar la temperatura ambiente). La presencia de anticuerpos contra BVDV se ensayó usando el Kit ELISA comercial (kit IDEXX HerdChek® ELISA para BVDV-Ab, IDEXX, Westbrook, Maine, EE.UU.). Siguiendo las instrucciones del fabricante para la leche (sin diluir), las muestras se ensayaron individualmente y se expresaron como muestra positivo (S / P) relación donde el punto de corte se fijó a $\geq 18\text{U} / \text{ul}$. La concentración de anticuerpos se midió a 450 nm usando un espectrofotómetro Biotek ELx800. Para medir la densidad óptica (D.O.) se empleó el software GEN 5 junto con un fotómetro donde los valores $> 0,30$ tomaron el cociente S / P. Los datos obtenidos se almacenaron en una matriz excel, cuyos valores se calcularon aplicando las siguientes fórmulas:

Media de control negativo.

$PCx = (\text{NC1A450} + \text{NC2A450}) / 2$ Control Positivo Media.

$PCx = (\text{PC1A450} + \text{PC2A450}) / 2$

Muestra de prueba.

$S / P = (\text{Muestra A450} - \text{NCx}) / (\text{PCx} - \text{NCx})$

2.4 Análisis estadístico

Para ajustar la prevalencia aparente (AP) de la ecuación (AP), se utilizó la sensibilidad de ELISA (Se) del 96,3% y una especificidad (Sp) del 99,5% (kit IDEXX HerdChek® ELISA para BVDV-Ab, IDEXX, Westbrook, Maine, Para la prevalencia verdadera (TP) (Thrusfield, 2007) = $(AP + Sp) / (Se + Sp)$. El intervalo de confianza (IC) del 95% para la prevalencia se basó en la aproximación normal a la distribución binomial. Estas pruebas se realizaron con el software R (18). La

prevalencia y la IC se calcularon con la función 'epi.prev' en el paquete epiR versión 0.9-62 (19), utilizando el método exacto de Clopper-Pearson (20). A continuación, estos datos se presentaron utilizando el software ArcGIS 10, versión 10.4.

La observación (vaca) es independiente entre sí. Luego, la regresión logística se utilizó para investigar la asociación entre el estado de anticuerpos BVDV y los predictores. El análisis univariable se realizó utilizando todas las variables preseleccionadas. La regresión logística se realizó utilizando SAS PROC LOGISTIC (SAS Studio versión 3.4, Instituto Inc, Cary, NC, EE.UU.). No se construyó un modelo multivariable porque se correlacionaron las variables significativas con $p < 0,1$ seleccionadas para su inclusión en el análisis multivariable ($r > 0,8$). A continuación, el riesgo se calculó como odds ratio (OR). El error estándar del OR y el 95%

3. Resultados

Trescientas noventa vacas fueron muestreadas en trece parroquias. Estas vacas tenían un número diverso de partos: 66 vacas (17,9%) con un parto, 94 (25,5%) con dos partos, 83 (22,5%) con tres partos y 126 (34,1%) con más de tres partos. Los sistemas de producción ganadera fueron semi intensivos y extensos, 34,9% (136/390 vacas) y 65,1% (254/390 vacas), respectivamente. La mayoría de los ganaderos empleó la monta (74%) y sólo el 26% fueron inseminados artificialmente. La prevalencia aparente y la verdadera prevalencia de BVDV en Loja y sus parroquias se presentan en la Figura 1.

De las 390 muestras de leche examinadas, ciento cuatro (26,7%) fueron BVDV positivas por ELISA a anticuerpos. La verdadera prevalencia de BVDV fue del 27,3% (IC del 95%: 22,8 - 32,2%). La prevalencia global de anticuerpos contra BVDV en bovinos osciló entre el 6,93% y el 86,4% entre las trece parroquias estudiadas. Las parroquias urbanas mostraron una menor incidencia de anticuerpos BVDV que la ocurrencia de las parroquias rurales (12,1% vs. 29,8% respectivamente). Las variables correlacionadas con el estado de BVDV (Tabla 1 y 2) fueron: los sistemas de producción ganadera ($P = 0,037$) y IA ($P = 0,003$). Los sistemas de producción ganadera semi intensiva aumentan 1,63 veces el odds ratio (1,43 el riesgo relativo) y el IA 2,08 (1,69 el riesgo relativo). Se observó una relación lineal con el parámetro (beta) para estimar la elevación del rebaño diario (como variable continua) ($P = 0,05$). El número de partos, la altitud del rebaño diario y las razas de vaca (como variables categóricas) no fueron significativas relacionadas con BVDV ($P > 0,40$).

Los signos clínicos relacionados con el estado de BVDV fueron la diarrea ($P < 0,01$) y la secreción ocular ($P < 0,05$). Sin embargo, los sujetos que no presentaron los signos clínicos anteriores mostraron la mayor prevalencia de BVDV (Tabla 1).

No se encontró evidencia clínica en animales positivos a anticuerpos de BVDV. La estomatitis vesicular, la secreción nasal y los abortos no se correlacionaron con la prevalencia de BVDV ($P > 0,35$). Las vacas sin diarrea o secreción ocular mostraron una mayor prevalencia ($P < 0,01$) de anticuerpos frente al BVDV que los animales con estos signos clínicos.

4. Discusión

Como las vacas con vacunación contra BVDV no se muestrearon en este estudio, la presencia de anticuerpos indica una exposición natural a BVDV en algún momento de su vida. La prevalencia individual obtenida en este estudio (27,3%) fue menor que la reportada en otras regiones del Ecuador 36,2% (15) y en otros países de América del Sur como Argentina, Uruguay y Perú 46,6%, 69% y 96%, respectivamente, (18, 19,20). Sin embargo, existe una variación importante de la prevalencia de BVDV entre los diferentes subdistritos de Loja (del 6,93% al 86,4%). Esta

variación de la prevalencia podría atribuirse a factores tales como densidad de población y diferentes prácticas de manejo (21).

Trabajos previos han demostrado que los factores de riesgo importantes para la infección por BVDV son el tamaño del rebaño y la densidad del rebaño. Además, la prevalencia de la infección tiende a aumentar junto con el incremento de la densidad de ganado en la zona. (21, 22). Sin embargo, estos no se observaron en el presente estudio, pero identifica el sistema de producción ganadera semi-intensivo como un factor de riesgo en los rebaños muestreados. El sistema de producción ganadera semi-intensiva puede estar asociado con un mayor tamaño de rebaño y densidad de rebaño.

Los rebaños lecheros que usan IA tuvieron 2.08 probabilidades aumentadas de positividad del anticuerpo BVDV (el principal factor de riesgo en las vacas muestreadas). Varios estudios encontraron asociación entre el BVDV y el manejo reproductivo de los bovinos, como el semen contaminado y el uso de toros infectados (9; 23; 15). Además, un factor de riesgo comúnmente encontrado en los estudios epidemiológicos sobre BVDV está relacionado con la adquisición de nuevos animales o estar en contacto con animales de otras granjas (24, 14, 15). Por otro lado, en este estudio la identificación de la utilización de IA como un factor de riesgo para BVDV podría estar indirectamente asociada con la propagación de la infección. Esto podría explicarse por la transmisión indirecta a través de los materiales utilizados durante el proceso de IA o la transmisión por fómites de granja a granja transportados por los técnicos de IA, que suelen inseminar un número de vacas en numerosas granjas por día. Se han demostrado varias vías de transmisión indirecta del BVDV, como los guantes de plástico utilizados en la palpación rectal (25), agujas y pinzas nasales o vacunas contaminadas (9). Del mismo modo un estudio similar encontró ésta relación (14). Sin embargo, la elevación de la manada diaria se detectó como un factor de riesgo cuando esta variable fue considerada como una variable continua. Esto puede explicarse por la fuerte relación entre la elevación del rebaño diario y la producción del sistema ganadero. Por ejemplo, las granjas de Loja con sistema de producción ganadera semi-intensiva se ubican por debajo de los 2000 m sobre el nivel del mar. Mientras tanto, en la región central y norte del Ecuador, las granjas de producción lechera más intensivas se ubican a más de 2000 m sobre el nivel del mar. Las vacas con signos clínicos (diarrea, abortos y descarga ocular y nasal) no fueron predominantemente positivas a los anticuerpos contra BVDV. Algunos autores han sugerido que la infección por BVDV es sólo un cofactor para algunos de estos signos clínicos (26,27). Además, la mayoría de las infecciones subclínicas de BVDV (entre el 70% y el 90% de las infecciones por BVDV) se producen sin manifestación de signos clínicos (28).

5. Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que la exposición natural al BVDV en el ganado lechero del sur de Ecuador es común y que los principales factores de riesgo asociados con esta infección son la producción de IA y la producción del sistema ganadero. Así se presume que los animales persistentemente infectados constituyen el mayor problema para la diseminación y permanencia del virus en las ganaderías lecheras de la región sur del Ecuador.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional de Loja por el apoyo financiero y al SENESCYT-Ecuador por la beca de doctorado obtenida por el señor Abad-Guamán y la beca de maestría obtenida por la señora Herrera-Yunga. Además, los autores desean agradecer a Dra. Mirian Capa por su consejo con la prevalencia del mapa.

Conflicto de intereses

No existen intereses particulares por parte de los autores, ni le entidad científica financiadora que pueda afectar directa o indirectamente los resultados obtenidos.

Referencias

- 1 Fourichon, C., Beaudou, F., Bareille, N., Seegers, H., 2005. Quantification of economic losses consecutive to infection of a dairy herd with bovine viral diarrhoea virus. *Prev. Vet. Med.* 72, 177–181.
- 2 Ridpath, J. F., Bolin, S. R., Dubovi, E. J., 1994. Segregation of bovine viral diarrhoea virus into genotypes. *Virology.* 205, 66-74.
- 3 Terpstra C. 1985. Border disease: a congenital infection of small ruminants. *Prog. Vet. Microbiol. Immunol.* 1: 175- 198.
- 4 Grooms, D.L., 2004. Reproductive consequences of infection with bovine viral diarrhoea virus. *Vet. Clin. N Am.- Food A.* 20, 5–19.
- 5 Nettleton PF, Gilray JA, Dliissi E. 1998. Border disease of sheep and goats. *Vet. Res.* 29: 327-340
- 6 Bauermann F.V., Falkenberg S.M., Vander Ley B., Decaro N., Brodersen B.W., Harmon A., Hessman B., Flores E.F.,
Ridpath J.F., 2014. Generation of Calves Persistently infected with HoBi-Like Pestivirus and Comparison of Methods for
Detection of These Persistent Infections. *J. Clin. Microbiol.* 52: 3845-3852
- 7 Gard, J.A., Givens, M.D., Stringfellow, D.A., 2007. Bovine viral diarrhoea virus (BVDV): Epidemiologic concerns relative
to semen and embryos. *Theriogenology* 68, 434–442 Thabti F, Fronzaroli L, Dliissi E, Guibert JM, Hammami S, Pepin M, Russo P. 2002. Experimental model of border disease virus infection in lambs: comparative pathogenicity of pestiviruses isolated in France and Tunisia. *Vet. Res.* 33: 35-45.
- 8 Houe H. 1995. Epidemiology of bovine viral diarrhoea virus. *Vet. Clin. N. Am- Food. A.* 11: 521-547.
- 9 Paton DJ. 1995. Pestivirus diversity. *J Comp Pathol.* 112: 215-236.
- 10 Beaudou, F., Assie, S., Seegers, H., Belloc, C., Sellal, E., Joly, A., 2001. Assessing the within-herd prevalence of cows
antibody-positive to bovine viral diarrhoea virus with a blocking ELISA on bulk tank milk. *Vet. Rec.* 149, 236–
240.
- 11 Rush, D.M., Thurmond, M.C., Munoz-Zanzi, C.A., Hietala, S.K., 2001. Descriptive epidemiology of postnatal bovine
viral diarrhoea virus infection in intensively managed dairy heifers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 219, 1426–1431
- 12 Mainar-Jaime, R.C., Berzal-Herranz, B., Arias, P., Rojo-Vazquez, F.A., 2001. Epidemiological pattern and risk factors
associated with bovine viral-diarrhoea virus (BVDV) infection in a non- vaccinated dairy-cattle population from the
Asturias region. *Prev. Vet. Med.* 52, 63–73
- 13 Talafha, A.Q., Hirche, S.M., Ababneh, M.M., Al-Majali, A.M., Ababneh M.M., 2009. Prevalence and risk factors
associated with bovine viral diarrhoea virus infection in dairy herds in Jordan, *Trop. Anim. Health.*

Prod. 41, 499–506.

14 Saa, L. R., Perea, A., García-Bocanegra, I., Arenas, A. J., Jara, D. V., Ramos, R., & Carbonero, A., 2012. Seroprevalence and risk factors associated with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in non-vaccinated dairy and dual purpose cattle herds in Ecuador. *Trop. Anim. Health. Prod.* vol. 44 (3), 645-649.

15 Aguilar-Barojas, Saraí. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*. 11: 333-338.

16 ESPAC, 2013. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Obtained from Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/PRESENTACIONESPAC2013.pdf

17 Altman D.G., 1991. *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall.

18 Stevenson, M., Nunes, T., Sanchez, J., Thornton, R., Reiczigel, J., Robison-Cox, J., Sebastiani, P., 2013. epiR: An R

package for the analysis of epidemiological data. R package version 0.9-43.

19 Clopper C.J., Pearson E.S., 1934. The use of confidence of fiducial limits illustrated in the case of the binomial.

Biometrika 26: 404 - 413.

20 Stahl, H., Rivera, I., Vagsholm, J., Moreno-López, J., 2002. Bulk milk testing for antibody seroprevalence to BVDV and

.HV-1 in a rural region of Perú, *Prev Vet. Med.* 56, 193–202

21 Guarino, H., Núñez, A., Repiso, M. V., Gil, A., and Dargatz, D. A., 2008. Prevalence of serum antibodies to bovine

herpesvirus-1 and bovine viral diarrhoea virus in beef cattle in Uruguay. *Prev. Vet. Med.* 85(1), 34-40.

22 Carbonero, A., Maldonado, A, Perea, A, García-Bocanegra, I, Borge, C, Torralbo, A., Arenas-Montes, A., Arenas-Casas,

A., 2011. Risk factors against bovine respiratory disease in suckling calves from Argentina, *Archivos de Zootecnia*, 60,

41–51.

23 Houe, H., 1992. Serological analysis of a small herd sample to predict presence or absence of animals persistently infected

with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) in dairy herds. *Res. Vet. Science.* 53, 320–323.

24 Valle, P. S., Martín, S. W., Tremblay, R., Bateman, K., 1999. Factors associated with being a bovine virus diarrhoea

(BVD) seropositive dairy herd in the Møre and Romsdal County of Norway. *Prev. Vet. Med.* 40, 165-

177.

25 Lindberg, A.L., Alenius, S., 1999. Principles for eradication of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infections in cattle

populations. *Vet. Microbiol.* 64, 197– 222.

26 Solis-Calderon, J.J., Segura-Correa, V.M., Segura-Correa, J.C., 2005. Bovine viral diarrhoea virus in beef cattle herds of

Yucatan, Mexico: seroprevalence and risk factors. *Prev. Vet. Med.* 72, 253–262.

27 Luzzago, C., Frigerio, M., Piccinini, R., Daprà, V., Zecconi, A., 2008. A scoring system for risk assessment of the

introduction and spread of bovine viral diarrhoea virus in dairy herds in Northern Italy. *Vet. J.* 177, 236–

241.

- 28 Pfeiffer, D. U., Williamson, N. B., Reichel, M. P., Wichtel, J. J., Teague, W. R., 2002. A longitudinal study of *Neospora caninum* infection on a dairy farm in New Zealand. *Prev. Vet. Med.*, 54(1), 11-24.
- 29 Park, S. J., Jeong, C., Yoon, S. S., Choy, H. E., Saif, L. J., Park, S. H., Lee, B. J. 2006. Detection and characterization of bovine coronaviruses in fecal specimens of adult cattle with diarrhea during the warmer seasons. *J. Clinic. Microbiol.*, 44 (9), 3178-3188.
- 30 Ames, T. R., 1986. The causative agent of BVD: its epidemiology and pathogenesis. *Vet. Med.* 81: 848 -869.

EFFECTO DEL ÁCIDO LÁCTICO SOBRE LA MICROFLORA EN CARNE BOVINA

(EFFECT OF LACTIC ACID ON MICROFLORA IN BOVINE MEAT)

J.R. López * ; S.E. Peñafiel ; A.G. Yanchaliquín

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias , Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Dirección postal 06-01-4703

*Correspondencia. Tel.:0987948370, jrlopezkike@yahoo.com.mx, jelopez@esPOCH.edu.ec (J.R. López)

RESUMEN

La microflora banal en tejidos musculares comprende las Enterobacterias, Psuedomonas, Lactobacillus, Clostridium perfringens, etc.. Se utilizó ácido láctico en solución como desinfectante en carcasas bovinas durante diferentes tiempos de acción, con cuatro repeticiones por tratamiento bajo un diseño completamente al azar. El tamaño de la unidad experimental fue de cinco carcasas por repetición. Los diferentes tiempos empleados influyeron estadísticamente en la disminución de la población microbiana de 0,33 log UFC/cm² para aerobios mesófilos, 1,12 log UFC/cm² en coliformes totales y 1,89 log UFC/cm² en coliformes fecales. Los microorganismos aerobios se redujeron a valores de 831,73 UFC/cm², aplicando ácido láctico por un tiempo de 15 minutos. Los coliformes totales se reducen a 10,23 UFC/cm² a los 45 minutos de la aplicación del ácido láctico, los coliformes fecales descienden a valores de 6,92 UFC/cm² en el tratamiento con 45 minutos de aplicación. La valoración físico química reportó valores de pH óptimo de 5,76 acercándose a un pH ideal que permite la conservación de las carcasas bovinas. Al aplicar la solución de ácido láctico al 0,5 % por aspersión, se evidenció la efectividad del ácido láctico como desinfectante, disminuyendo la carga bacteriana presente en la superficie de las canales bovinas.

Palabras clave: Ácido láctico, acción desinfectante, carne bovina, carcasa

ABSTRACT

The banal microflora in muscle tissues include Enterobacteria, Psuedomonas, Lactobacillus, Clostridium perfringens, etc.. Actic acid as a disinfectant in bovine carcasses was used during different times of action, with four replicates per treatment, under a completely randomized design. The size of the experimental unit was five cases per repetition, different times influenced statistically ($P < 0,01$) in the microbial population reduction obtaining 0,33 logarithm UFC/cm² (- Colony Forming Units per square centimeter) for mesophyll aerobic, 1,12 logarithm UFC/cm² in total coliforms and 1,89 logarithm UFC/cm² in fecal coliforms. The aerobic microorganisms were significantly reduced to 831,73 UFC/cm² when lactic acid was applied for 15 minutes, total coliforms at 45 minutes application of lactic acid its microbial population is reduced to 10,23 UFC/, fecal coliforms valúes down to 6,92 UFC/cm² in the 45 minutes application treatment. The physicochemical titration reports pH optimum valúes 5,76 approaching an ideal pH which contributes with the bovine carcass conservation. When applying the sprinkiing with a solution of 0,5% lactic acid of the carcass, is recommended to use the solution of lactic acid as a disinfectant in one liter amounts per carcass, which proves the effectiveness of the lactic acid as disinfectant decreasing the bacterial burden bovine carcasses.

Key words: Lactic acid, disinfectant action , bovine carcasses

1. Introducción

El consumo de carnes de mamíferos, en condiciones sanitarias que aseguren su calidad e inocuidad, han permitido el uso de tecnologías de conservación modernas con el empleo de perseverantes químicos naturales, entre los que se destacan los ácidos orgánicos como: ácido láctico, ácido acético, ácido cítrico en distintas concentraciones. Durante el desarrollo de este estudio, la aplicación de los distintos tratamientos fue mediante aspersión de la solución de ácido láctico al 0,5% con intervalos de tiempos de 0, 15, 30 y 45 minutos, sobre las superficies de las canales bovinas. Los resultados obtenidos contribuyen al desarrollo de metodologías de preservación de las carnes obtenidas de bovinos sacrificados en canales públicos y privados del Ecuador.

La FAO (1) destaca, en la región andina, a Ecuador como el segundo productor de leche (21%) y el tercer productor de carne (12%). Según el SICA (2), en el III Censo Agropecuario Nacional (3), el Ecuador cuenta con una población aproximada de 4,5 millones de bovinos, de los cuales un 37% se encuentran en la costa; la cual está asentada en 3,35 millones de hectáreas de pastos cultivados y 1,12 millones de hectáreas de pastos naturales. Del stock total, el 55% son de raza criolla, 43% mestizos Holstein, Friessian, Brahman, Cebuina y otros; una mínima proporción corresponde a razas puras para la línea carne, leche y doble propósito.

Los diferentes mataderos del país, según SICA (2), registran más de medio millón de bovinos faenados por año; que se calcula en una producción aproximada de 105430 toneladas de carne. Según datos de la Federación de Ganaderos del Ecuador (4), al año ingresan al país 15000 toneladas de carne importada. El país produce 181488 toneladas de carne al año.

La inocuidad de los alimentos está referida a los peligros asociados a estos y que pueden generar perjuicios a la salud de las personas e inclusive de los animales y las carnes provenientes de cada especie de animales de abasto. La inocuidad es un atributo y un requisito básico de la calidad de los alimentos (5) y supone la ausencia de contaminantes, adulterantes y toxinas que se dan en la naturaleza y cualquier otra sustancia que pueda hacer nocivo el alimento para la salud o bien unos niveles inocuos o aceptables de los mismos (6). El Sistema de Información Regional de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transmitidas por Alimentos contaminados, SERVIETA (OPS-OMS), documenta cada año reportes de los países sobre graves brotes de enfermedades transmitidas por alimentos contaminados (ETA), entre los cuales se destaca a la carne (7)

La carne constituye un excelente medio para el desarrollo de una gran variedad de especies microbianas que causan su deterioro,(8) afectando al producto final y posteriormente a los consumidores (9), debido a esto la industria cárnica mantiene estándares tanto de control de calidad, conservación y sanitización, sin embargo la contaminación por manejo inapropiado y a la flora banal de la carne (10) requieren controlar estos riesgos aplicando técnicas de desinfección por aspersión de ácidos orgánicos permitidos, es el caso del ácido láctico, apto para la desinfección que no afecta al color, olor o sabor de la carne en canal y es permitido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (11), 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. En el presente trabajo se planteó como objetivo estudiar el efecto del ácido láctico como agente antimicrobiano en canales bovinas.

2. Materiales y Métodos

El muestreo de las canales bovinas se realizó en el área de recepción de la materia prima, posteriormente se los traslado al laboratorio de control de calidad y microbiología de la empresa

de embutidos “PIGGIS EMBUTIDOS PIGEM CIA LTDA, ubicada en la provincia de Azuay, Cantón Cuenca. La frecuencia de muestreo fue de siete días, alternando que fueran diferentes durante cada semana.

2.1. Tratamiento y diseño experimental

El número de unidades experimentales, en el presente trabajo, fueron 80 canales bovinas; aplicándose por aspersión la solución de ácido láctico durante 15, 30 y 45 minutos, comparados frente a un tratamiento control (0% de ácido láctico), con cuatro repeticiones, bajo un diseño completamente al azar y análisis de regresión y correlación. En este estudio, se aplicaron concentraciones bajas, teniendo en cuenta aspectos económicos y posibles cambios sensoriales en las canales (12).

Los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo al siguiente orden:

T0 = Tratamiento testigo, agua potable (0% de ácido láctico)

T1 = 0,5 % de ácido láctico durante 15 minutos.

T2 = 0,5 % de ácido láctico durante 30 minutos.

T3 = 0,5 % de ácido láctico durante 45 minutos.

2.2 Procedimiento experimental

La solución 0,5 % se preparó mezclando 5 mL. (mililitros) de ácido láctico grado alimenticio y aforó a un litro. El ácido láctico se aplicó por aspersión con la máquina aspersora Karcher, que permitió una adecuada distribución sobre la superficie de las canales. La toma de las muestras se realizó mediante el método no destructivo de la esponja; se froto el área designada de 10 cm² (centímetros cuadrados) con 10 movimientos horizontales y 10 verticales. Para las pruebas microbiológicas se inocularon las placas Petri films, aplicado el siguiente protocolo:

Colocación de la placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada: se utilizó una pipeta de 1 mL calibrada, perpendicular a la placa petrifilm. Se transfirió un mililitro de la muestra en el centro de la película inferior, manipulándose con cuidado; se bajó la película superior para evitar que atrape burbujas de aire, procediendo a levantar el dispersor, y se esperó, por lo menos, un minuto para que solidifique y se seque el gel. Se inoculó a los microorganismos según la Norma AOAC (13) método oficial 991.14 (Aerobios mesófilos 24 h (horas) \pm 2 h a 35 °C (grados Celsius) \pm 1 °C. Coliformes: 24 h \pm 2 h a 35 °C \pm 1 °C colonias rojas. E. coli: 48 h \pm 2 h a 35 °C \pm 1 °C colonias azules).

El pH se midió directamente con el potenciómetro sobre la superficie de la canal bovina. Para determinar la acidez, se utilizó 10 g (gramos) de carne tomada de la canal bovina, para disolverla en 100 mL de agua, obteniéndose una solución patrón que se tituló utilizando solución de hidróxido de sodio 0,1 N (Normal) y fenoltaleína como indicador.

3. Resultados y discusión.

La presencia de microorganismos patógenos en alimentos es uno de los problemas de interés de la salud pública, debido a su incremento en frecuencia, la población vulnerable y el impacto socioeconómico que provocan (14). El uso de desinfectantes orgánicos como medios para la eliminación de microorganismos patógenos de la carne debe ser seguro (15). Dentro de los aspectos importantes que tiene la producción de un alimento inocuo están el crear confianza al consumidor y la posibilidad de acceder a mercados externos.

La población de aerobios mesófilos registró, en el grupo control T0, una carga inicial de 3,18 Log₁₀ UFC/cm² o (1513,56 UFC/cm²); valor que difiere estadísticamente ($P < 0,01$), con las medias del resto de tratamientos evaluados que se reportan en la Tabla 1; esencialmente con el T2 15 minutos 2,74 Log₁₀ UFC/cm² o (549,54 UFC/cm²), valores que concuerdan con los de Ojeda, (16), que alcanzó la reducción de microorganismos aerobios de 4,00 (Log₁₀), UFC/cm² o 44688,36 UFC/cm² a 3,30 Log₁₀UFC/cm² o 1995,26 UFC/cm², ratificando los resultados de disminución de 1 logaritmo en aerobios hallados por Reynolds (17).

Normas internacionales, como el Servicio de Inspección e inocuidad de Alimentos (18), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria de Argentina (19), permiten una carga microbiológica en aerobios mesófilos $< 3,5$ (Log₁₀), UFC/cm² como valores aceptables sobre la superficie de canales bovinas, por lo tanto los resultados obtenidos en la investigación se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

La acción del ácido láctico en las canales bovinas reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), como se muestra en la Tabla 2; al aplicar ácido láctico, durante 45 minutos en la canal bovina, permitió registrar en la pierna y cuello una carga microbiológica de 1,00 log₁₀UFC/cm² o (10 UFC/cm²); valor que difiere de los demás tratamientos, específicamente del control T0 en el cual se determinó 2,03 log₁₀UFC/cm² en el cuello y 2,08 Log₁₀UFC/cm² en la pierna, esto se debe a que el ácido láctico ingresa por el periplasma bacteriano provocando como consecuencia la lisis microbiana, Ojeda, (16), reporta reducciones del 50% de coliformes totales con la aplicación de ácido láctico sobre la superficies de canales bovinas, Castillo, et, al. (20), obtuvieron una reducción del 94% de coliformes totales de la carga microbiana inicial.

Según el Servicio de Inspección e Inocuidad de Alimentos de los Estados Unidos (18) la presencia de Echericha coli, no debe ser mayor a 100 UFC/cm², la canal bovina desinfectada con ácido láctico se encuentra dentro de los valores recomendados para el consumo humano.

En la Tabla 3, la población microbiológica de coliformes fecales, después de la aplicación de ácido láctico en los tratamientos T3 30 minutos y T4 45 minutos, se determinó: 0,30 Log₁₀ (1,99 UFC/cm²), en el cuello y pierna de las canales bovinas, valores que difieren del resto de tratamientos principalmente del tratamiento control T0 0,98 Log₁₀UFC/cm² o (9,54 UFC/cm²), en el cuello y 1,00 log₁₀UFC/cm²o (10 UFC/cm²) en la pierna. Ojeda, (16), en su investigación menciona resultados finales 1584,89 UFC/cm².

El Servicio de Inspección e Inocuidad de Alimentos FSIS (18), establece como aceptables < 102 UFC/cm² de coliformes fecales por canal, el recuento microbiológico durante todos los tiempos de reposo del ácido láctico se encuentran dentro de los requisitos permitidos.

La acidez, como resultado de la aplicación de ácido láctico sobre la canal bovina, registró diferencias ente las medias estadísticas del el T0 3,17 % y el T4 5,16 %, garantizando, con estos resultados, un ambiente inhóspito para los microorganismos.

El análisis de regresión presentó una tendencia lineal confirmando los resultados obtenidos; deduciendo que mientras más tiempo transcurre, el grado de acidez de la carne, se incrementa en 0,040 unidades, con un grado de asociación de 89,20 % entre el incremento de la acidez por el tiempo de acción del ácido láctico.

Como se observa en la Tabla 4, la utilización del tratamiento T4 45 determinó un de pH de 5,76 que difiere estadísticamente del resto de tratamientos principalmente con el tratamiento testigo T0 pH 6,16, debido a que el ácido láctico por el tiempo nulo de contacto no se asocia con la carne deteniendo el descenso de pH, el mismo que al descender a valores del punto isoeléctrico de las proteínas de la carne contribuye a su conservación. Los resultados obtenidos en todos los tratamientos se encuentran dentro de la norma INEN (21, 22, 23, 24), que permite hasta un pH de 7. Según Schmidt (26), los valores de pH iguales o inferiores a 5,7 son desfavorables para las bacterias y pueden prevenir el desarrollo bacteriano. Se comprobó que el descenso del pH se debe en un 67,70 % a la aplicación del ácido láctico sobre la canal bovina, el pH disminuye 0,009 unidades según el tiempo de acción del ácido láctico.

Las canales desinfectadas con ácido láctico del T0, 0 minutos, presentó 3,27 log₁₀ UFC/cm², que difiere significativamente del T3 30 minutos 3,03 log₁₀ UFC/cm². Se determinó que los aerobios mesófilos disminuyen inicialmente por el tiempo de permanencia del ácido láctico sobre la canal bovina. La reducción de aerobios mesófilos no fue mayor, ya que estos microorganismos son perennes en el ambiente. Los coliformes totales descienden en el T4 a los 45 minutos a 1,01 log₁₀ UFC/cm², presentando diferencias significativas con el tratamiento control T0 2,13 log₁₀ UFC/cm², el tiempo de acción del ácido láctico reduce en 1 unidad logarítmica la población microbiana en el T4 como se observa en la Tabla 5.

La presencia de coliformes fecales registró en el tratamiento control T0 1,85 log UFC/cm², estableciéndose diferencias significativas con el tratamientos T4 45 minutos con una población microbiana de 0,84 log₁₀ UFC/cm².

La acción bactericida del ácido láctico sobre las bacterias gram negativas, especialmente el grupo de las enterobacterias, se debe a que produce una desorganización de la capa de lipopolisacáridos, presentes en la superficie de la membrana externa; los cuales se encargan de la permeabilidad en su forma no disociada que penetra por la membrana citoplasmática, y produce la disminución del pH intracelular y ruptura de la transmembrana (25).

La eficacia de los desinfectantes se estable, mediante la tasa de supervivencia de microorganismos (26), como agente desinfectante es aquel que consigue más de una reducción logarítmica (27). En aerobios mesófilos se determinó 0,35 reducciones logarítmicas con el T2 15 minutos, es decir, se eliminó el 34,65 % de la flora microbiana. En los coliformes totales la reducción fue de 2 logaritmos con el T4 45 minutos, alcanzando el 99,99 % de reducción, respecto a la cantidad inicial de bacterias existente en la superficie de la canal bovina (28). Las soluciones de 200 ppm de ácido peracético y 2 % de ácido láctico, muestran mayor reducción de la carga de microorganismos Mesófilos aerobios, Coliformes totales y E. coli, por su alto porcentaje de ácido no disociado y concentración (16).

4. Conclusiones

De acuerdo con los resultados microbiológicos obtenidos la población microbiana de las canales bovinas, fue controlada durante los 45 minutos (T4) y permanecieron dentro de las normas (FSIS), como alimentos aptos para el consumo humano.

El nivel más adecuado para desinfectar canales bovinas en: aerobios mesófilos es el T2 que reportó 831,73 UFC/cm², en coliformes totales el T4 10,23 UFC/cm² y en coliformes fecales a

los 45 minutos se obtuvo 6,92 UFC/cm².

El ácido láctico en solución al 0,5 %, garantizó la eliminación del 94,5% del total de la población microbiana inicial de la canal bovina, logrando reducciones de; 0,33 log UFC/cm² en aerobios mesófilos, 1,12 log UFC/cm² en coliformes totales y 1,89 log UFC/cm² en coliformes fecales. Los valores de reducción microbiana se sustentaron en los factores de supervivencia de los microorganismos, según los ensayos efectuados, a tenor con los presentados por (29,30, 31).

La valoración físico química reportó valores de pH 5,76 que inciden favorablemente en la conservación de la carne en canal, contribuye a la seguridad alimentaria y minimiza la putrefacción por acción de microorganismos. El ácido láctico, al utilizarse como preservador en la carne fresca, incrementa su vida útil manteniendo el pH de 5,6 a 5,7; resultados que concuerdan con los valores obtenidos en esta investigación, los ácidos orgánicos débiles producen un efecto antimicrobiano en el desarrollo de Enterobacterias, Aerobios mesófilos, Coliformes totales y Coliformes fecales(32).

Agradecimientos

A la empresa de Embutidos “PIGGIS EMBUTIDOS PIGEM CIA LTDA , por facilitar la toma de muestras y los análisis microbiológicos realizados en el laboratorio de control de calidad.

Referencias.

1. FAO.. Seminario Taller sobre Control Sanitario de la Ganadería Bovina en el Ecuador. Boletín informativo No. 11. 2007. Disponible en: www.fao.org.ec.
2. SICA. Panorama de la Cadena Agroindustrial de la Carne y Subproductos. 2009. Disponible en: www.sica.gov.ec
3. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. III Censo Nacional Agropecuario en el Ecuador . 2010.
4. Federación de Ganaderos del Ecuador. Situación e importancia de la ganadería en el Ecuador .2010.
5. FAO .Estrategia relativa al enfoque de calidad e inocuidad de los alimentos basado en la cadena alimentaria 2003. Documento marco para la formulación de la futura orientación estratégica. Comité de Agricultura, 17 periodos de sesiones, Roma.
6. Morón, C. Importancia del Codex Alimentarius en la Seguridad Alimentaria y el Comercio de Alimentos. 2001 Rev. RESPYN. Vol. 2 No.3 Julio-Septiembre.
7. Organización Panamericana de la Salud- Organización Mundial de la Salud. Sistema de Información para la Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos. 2002
8. 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.
9. 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.
10. 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.]
11. Harris K, Miller M. F, Loneragan GH, Brashears MM. Validation of the use of organic acids and acidified sodium chlorine to reduce Escherichia coli O157 and Salmonella typhimurium in

- beef trim and ground beef in simulated processing environment. *J Food Prot.* 2006;69(8):1802-1807.
12. González T, Rojas R. Enfermedades transmitidas por alimentos y PCR: prevención y diagnóstico. *Salud Pública Mex.* 2005;47(5):388-90.
13. AOC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Método oficial 991.14. Cuento de coliformes totales en Alimentos. 2005. Ch. 17, Ed. 18.
14. 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.
15. Smulders FJ, Greer G.G. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: Prospects and controversies. *Int J Food Microbiol.* 1998;44(3):149- 169.
16. 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
17. 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.
18. 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.
19. Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) (1995). - Resolución N° 471. SAPyA/SENASA, Buenos Aires
20. Castillo A, Lucia LM, Goodson KJ, Savell JW, 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.
21. NTE INEN 0776:85. Carne y productos cárnicos. Muestreo * 4.
22. NTE INEN 1217:06. 2006 1R. Carne y productos cárnicos. Definiciones
23. NTE INEN 1219:1985 Carne y productos cárnicos. Carne vacuna: Canal (carcasa), media canal (Media carcasa) y cuartos. Definiciones * 4
24. NTE INEN 2346:2010. 1R. Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. Requisitos
25. 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.
26. 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.
27. FSIS-USDA, Pathogen Reduction; HACCP Systems. *Federal Register.* 61(No. 144): 38929-38936. 1996.
28. Hardin M.D, Acuff GR, Lucia LM, Oman JS, Savell JW. Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. *J Food Prot.* 1997;58(4):368-374.
29. 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.
30. ICMSF. Ecología Microbiana de los alimentos: Productos Alimenticios, Volumen II. Edito-

rial Acribia, Zaragoza- España, págs. 133-134, 1980.

31. FSIS-USDA, Pathogen Reduction; HACCP Systems. Federal Register61(No. 144): 38929-38936, 1996.

32. 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.

Tabla 1. Valoración microbiológica de aerobios mesófilos de canales bovinas desinfectadas con ácido láctico expresado en (log10) UFC/cm2.

Zonas anatómicas de muestreo	Tiempo de acción del ácido láctico (minutos)					
	0	15	30	45	E. E.	Prob
Cuello	3,18 a	2,74 d	2,91 c	3,00 b	0,0001	0,0001
Pierna	3,18 a	2,76 d	2,90 bc	2,99 b	0,024	0,0001

E.E.: Error Estándar.

Prob. : Nivel de significancia del ADEVA.

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Duncan al 5 %.

Tabla 2. Valoración microbiológica de coliformes totales de canales bovinas desinfectadas con ácido láctico expresado en (log10) UFC/cm2.

Zonas anatómicas de muestreo	Tiempo de acción del ácido láctico (minutos)					
	0	15	30	45	E. E.	Prob
Cuello	2,03 a	1,70 b	1,34 c	1,00 d	0,01	0,0001
Pierna	2,08 a	1,71 b	1,37c	1,00 d	0,03	0,0001

E.E.: Error Estándar.

Prob. : Nivel de significancia del ADEVA.

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Duncan al 5 %.

Tabla 3. Valoración microbiológica de coliformes fecales de canales bovinas desinfectadas con ácido láctico expresado en (log10) UFC/cm2.

Zonas anatómicas de muestreo	Tiempo de acción del ácido láctico (minutos)					
	0	15	30	45	E. E.	Prob
Pecho	0,98 a	0,73 a	0,30 a	0,30 a	0,003	0,0839
Pierna	1,00 a	0,60 d	0,30 c	0,30 b	0,05	0,0001

E.E.: Error Estándar.

Prob. : Nivel de significancia del ADEVA.

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Duncan al 5 %.

Tabla 4. Análisis físico - químico de canales bovinas desinfectadas con ácido láctico.

Variables	Tiempo de acción del ácido láctico (minutos)					
	0	15	30	45	E. E.	Prob
pH	6,16 a	6,03 ab	5,89 bc	5,76 c	0,06	0,0025
Acidez	3,17 c	4,27 b	4,39 b	5,16 a	0,07	0,0001

E.E.: Error Estándar.

Prob. : Nivel de significancia del ADEVA.

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Duncan al 5 %.

Tabla 5. Resultados de los análisis microbiológicos de las canales bovinas desinfectadas con ácido láctico expresado en log UFC/cm².

Microorganismos	Tiempo de acción del ácido láctico (minutos)					
	0	15	30	45	E. E.	Prob
Aerobios	3,27 a	2,92 b	3,03 b	3,10 c	0,010	0,0001
Coliformes	2,13 a	1,73 b	1,28 b	1,01 c	0,04	0,0001
Coliformes fecales	1,85 a	1,44 b	1,10 c	0,84 d	0,02	0,0001

E.E.: Error Estándar.

Prob. : Nivel de significancia del ADEVA.

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Duncan al 5%

EFFECTO DE CELULASAS Y XILANASAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA BROZA DE ESPÁRRAGO, PANCA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ EN RUMIANTES

THE EFFECT OF CELLULASES AND XYLANASES ON THE IN VITRO DIGESTIBILITY OF ASPARAGUS BROWSE, CORN STOVER AND PEANUT HULLS IN RUMINANTS

Macías Eddis¹; Gómez Carlos²; Usca Julio³; Flores Luis⁴

¹ Docente de la Universidad Técnica de Manabí; emacias@utm.edu.ec

² Docente de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú; cagomez@lamolina.edu.pe

³ Docente de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; juscamendez@yahoo.es

⁴ Docente de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; lflores@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

Se evaluó el efecto de celulasas (EC: 3.2.1.4) y xilanasas (EC: 3.2.1.8) aplicados a 4 niveles: 0 (control), 2000, 4000 y 8000 UI/kg.MS en panca de maíz (PM), broza de espárrago (BE) y cáscara de maní (CM). Al aplicar celulasas a la PM, la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y la digestibilidad in vitro de fibra detergente neutra (DIVFDN) fueron mayores ($p < 0,001$) que el grupo de control (63,7 % vs. 61,8 % y 51,9 % vs. 50, 1%); efectos similares se encontraron con xilanasas (64,1 % vs. 61,8 % y 53,0 % vs. 51,6 %). La DIVMS y DIVFDN de la BE no existió efecto por la aplicación de celulasas o xilanasas. En el caso de la CM, la aplicación de celulasas o xilanasas mejoró la DIVMS (23,7 % vs. 22,3 % y 24,3 % vs. 22, 3%), pero no la DIVFDN. La producción de gas in vitro no fue influenciada por el tipo de enzimas ni por sus niveles de aplicación a los residuos evaluados.

Palabras clave: celulasas, xilanasas, in vitro, digestibilidad, ácidos grasos volátiles

SUMMARY

We evaluated the effect of cellulases (EC: 3.2.1.4) and xylanases (EC: 3.2.1.8) applied at 4 levels: 0 (control), 2000, 4000 and 8000 IU/kg MS in corn stover (CS), asparagus browse (AB) and peanut hulls (PH). When applying cellulases to CS, the in vitro digestibility of dry matter (IVDMD) and the in vitro digestibility of neutral detergent fiber (IVNDFD) were higher ($p < 0.001$) than the control group (63.7 % vs. for 61.8 % and 51.9 % vs. 50. 1%). Similar effects were found with xylanases (64.1 % vs. for 61.8% and 53.0 % vs. 51.6 %). The IVDMD and IVNDFD of AB were not affected by the application of cellulases or xylanases. In the case of PH, the application of cellulases or xylanases improved the IVDMD (23.7 % vs. 22.3% and 24.3% vs. 22. 3%), but not the IVNDFD. The in vitro gas production at 48 hours was not influenced by the type of enzymes or by their levels of application to the residues evaluated.

Key words: cellulases, xylanases, in vitro, digestibility, volatile fatty acids

1. Introducción

El uso de enzimas fibrolíticas exógenas (EFE) en algunos trabajos reporta un incremento en la digestibilidad de ciertos forrajes y subproductos fibrosos que consumen los rumiantes (Beauchemin et al., 2003; Meale et al., 2013; Adesogan et al., 2014). Las EFE presentan dos mecanismos

de acción: hidrólisis de un alimento, que resulta en liberación de los hidratos de carbono solubles que pueden mejorar la palatabilidad, y modificación de las fibras mediante la reducción de sus barreras estructurales, que dificultan su digestión (McAllister et al., 2001; Colombatto et al., 2003). Recientes investigaciones in vivo indican una mayor producción lechera, ganancia de peso, eficiencia en conversión alimenticia (Holtshouse et al., 2011) y reducción de gases de efecto invernadero por cada kilogramo de leche o carne (Flachowsky, 2011; Mendoza, et al., 2014) al suministrar EFE en la dieta; sin embargo, también existen resultados inconsistentes, sobre todo al evaluar alimentos con alto contenido fibroso (Sutton et al., 2003; Beauchemin y Holtshausen, 2010; Adesogan et al., 2014).

En América Latina existe no existe una buena calidad de resultados respecto al uso de las EFE. Recientemente se ha evaluado aditivos químicos y biológicos en la mejora de la digestibilidad y consumo voluntario de los alimentos (Aranda et al., 2010; Gómez et al., 2011; Carreón et al., 2010). La disponibilidad y bajos costos de residuos de cosecha, como la panca de maíz (*Zea mays*), la broza de espárrago (*Asparagus officinalis*) y la cascara de maní (*Arachis hypogaea*), entre otros, determina que los hatos ganaderos se limiten a racionar con residuos de cosechas con altos contenidos de fibras. Considerando que existen resultados conflictivos respecto al uso de las EFE en la mejora de la productividad animal, este trabajo de evaluar celulosas o xilanasas sobre la digestibilidad in vitro de los tres residuos en estudio para rumiantes, una de las expectativa en el mayor es el aprovechamiento de biomasa para obtener una mayor productividad en un marco amigable con el medio ambiente.

1. Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Facultad de Zootecnia y en el Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, durante los meses de enero a julio de 2014.

1.1. Residuos de cosechas y enzimas fibrolíticas exógenas evaluadas

Los residuos de cosechas fueron recolectados de las ganaderías de los departamentos de La Libertad y Lima, en Perú (la panca de maíz, *Zea mays*, y la broza de espárrago, *Asparagus officinalis*), y de las provincias Manabí, El Oro y Loja, en Ecuador (la cáscara de maní, *Arachis hypogaea*). Los residuos se secaron durante 72 horas a 60 °C y después pasaron a la molienda con una pantalla de 1 mm de diámetro usando un molino de cuchillas de acero marca Willy. El análisis químico se realizó con técnicas acreditadas por la AOAC (2005) (Van Soest et al., 1991).

Tabla I. Composición química de los residuos de cosechas en base seca (%) (Chemical composition of the crop residues on a dry matter basis (%))

	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	MO (%)	FDN (%)	FDA (%)	LDA (%)	H E M I (%)	CEL (%)
Panca de maíz	5,3 ± 0,2	8,3 ± 0,2	91,7 ± 0,2	75,8 ± 1,1	40,4 ± 1,0	2,9 ± 0,5	33,7 ± 0,9	37,5 ± 1,1
Broza de espárrago	10,5 ± 0,2	13,8 ± 0,4	86,2 ± 0,4	59,0 ± 1,1	40,4 ± 0,8	12,8 ± 0,5	18,4 ± 1,3	27,5 ± 0,7
Cáscara de maní	6,1 ± 0,3	3,9 ± 0,2	96,1 ± 0,2	86,0 ± 1,4	71,9 ± 1,5	33,5 ± 1,5	13,2 ± 1,6	38,4 ± 1,5

MO = materia orgánica, FDN = fibra detergente neutra, FDA = fibra detergente ácida, LDA = lignina detergente ácida, HEMI = hemicelulosa, CEL = celulosa

Las enzimas fibrolíticas exógenas evaluadas fueron celulasas (EC: 3.2.1.4) y xilanasas (EC: 3.2.1.8), obtenidas de Dyadic Internacional Inc. (Jupiter, FL, EE. UU.). La actividad enzimática de las celulasas se determinó usando como sustrato carboximetil celulosa (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) (Wood and Bhat, 1998); mientras que para las xilanasas se utilizó xilano de madera (Sigma Chemical Co.) como sustrato puro, con 10 mg/mL en 0,1 M de buffer citrato de fosfato a 39 °C y pH 6,6 (Bailey et al., 1992). Los resultados de la actividad enzimática para celulasas fue 566 UI/mL y para xilanasas 635 UI/mL, y los niveles usados en la digestibilidad in vitro fueron: 0 (control), 2000, 4000 y 8000 UI/kg.MS.

1.2. Digestibilidad in vitro

La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), la fibra detergente neutra (DIVFDN), la fibra detergente ácida (DIVFDA) y de la materia orgánica (DIVMO) se realizó a las 48 horas de incubación, usando licor ruminal obtenido de tres ovinos fistulados. La metodología utilizada fue la de Goering y Van Soest (1970), acreditada por la AOAC (2005).

1.3. Producción de gas total in vitro

Simultáneamente, cuando se realizaba la digestibilidad in vitro, se llevó a cabo la medición de producción de gas total a diferentes tiempos (3, 6, 12, 24 y 48 horas) utilizando un transductor de presión (PSI) adaptado a una aguja número 23 (0,6 mm). El modelo fue T443A (Bailey and Mackey, Birmingham, Reino Unido), conectado a un dispositivo visual. Los valores fueron reportados en mL/g.MO del sustrato, estimándose mediante la ecuación cuadrática: volumen de gas = $0,18 + 3,697 \times \text{presión de gas (PSI)} + 0,0824 (\text{presión de gas}^2)$ (Mauricio et al., 1999).

1.4. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con un diseño completamente al azar. Cada residuo de cosechas tuvo 4 niveles EFE con 6 repeticiones. Las medias de los niveles fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($p < 0,05$). El análisis estadístico fue realizado mediante el uso del PROC GLM (SAS Institute, 2001).

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_j + \epsilon_{ij}$$

μ = media general

t_i = efecto de niveles (1, 2, 3, 4)

ϵ_{ij} = error experimental

2. Resultados y discusión

2.1. Digestibilidad in vitro

2.1.1. Uso de celulasas

La DIVMS de la panca de maíz (PM) fue mayor ($p < 0,001$) al aplicar celulasas en niveles de 4000 y 8000 UI/kg.MS. En comparación con el control, los resultados concuerdan con los de Eun y Beauchemin (2007), quienes encontraron mayor DIVMS en aquellos tratamientos aplicados a

celulasas a 690, 1030 y 1370 UI/kg.MS sobre ensilaje de maíz. De la misma manera, Tang et al. (2008), quienes aplicaron celulasas sobre la PM, también observaron mejoras frente al control, sin embargo, existe una limitante al comparar la dosis, por no estar disponible información sobre la actividad enzimática. La DIVFDN de la PM también fue mayor en los niveles tratados (2000, 4000 y 8000 UI/kg.MS) que el control ($p < 0,001$) en el presente trabajo. En ensayos similares con pasto bermuda, Romero et al. (2015) encontraron incremento en DIVFDN ($p < 0,05$) en aquellos que se aplicó celulasas en dosis de 3000 y 4000 UI/kg.MS. De la misma manera, Titi and Tabbaa (2004) también encontraron aumento en DIVFDN ($p < 0,01$) sobre paja de cebada y trigo. Esto hace presumir que existiría una mayor degradabilidad de la fibra total por parte de los animales en función de las dosis de celulasas aplicadas (tabla II).

Para la broza de espárrago (BE), la DIVMS y DIVFDN no se modificaron al comparar los grupos tratados y el de control. Respecto a la cáscara de maní (CM), únicamente existió diferencia ($p < 0,001$) en DIVMS con el nivel 8000 UI/ kg.MS, que fue superior al control (24,9 % vs. 22,3 %, respectivamente), pero en la DIVFDN fueron similares los tratamientos con el control. Estos resultados coinciden con Malik y Bandla (2010), quienes encontraron mayor DIVMS en aquellos tratamientos en que se usó celulasas en dosis de 4000 y 8000 UI/kg.MS sobre paja de trigo. Sin embargo, al contrario, Eun et al. (2007b) y Holshausen et al. (2011) indicaron respuestas similares al aplicar celulasas sobre ensilaje de maíz y alfalfa. Cabe señalar que estos forrajes tienen mejor digestibilidad que los residuos de cosecha evaluados, así como menor contenido de lignina, por lo parecería que las enzimas fibrolíticas exógenas también mejoran los resultados en estos tipos de sustratos y no en alimentos con mayor contenido de fibra; sin embargo, dado que hay limitados trabajos sobre residuos de cosechas. (tabla II).

Tabla II. Digestibilidad in vitro (%) aplicando celulasas o xilanasas a los residuos de cosecha a 48 horas de incubación (Digestibility in vitro (%) applying cellulases or xylanases to the crop residues to 48 hours of incubation)

Tratamientos	Celulasas (EC: 3.2.1.4)					Xilanasas (EC: 3.2.1.8)				
	Panca de maíz (PM)					Panca de maíz (PM)				
	D I - VMS2	D I V - FDN3	D I - VHEM4	D I V - CEL5	D I V - MO6	D I - VMS2	D I V - FDN3	D I - VHEM4	D I V - CEL5	D I V - MO6
0 UI/ kg . M S (control)	61,8c	50,1b	48,5b	56,4	61,9c	61,8c	51,6c	50,0	58,1	61,9c
2000 UI/ kg.MS	63,0bc	51,1ab	49,6ab	58,4	63,1bc	63,4b	52,0bc	51,6	59,0	63,6b
4000 UI/ kg.MS	63,6ab	51,8ab	50,3ab	58,7	63,7ab	64,4ab	53,4ab	52,2	59,2	64,6ab
8000 UI/ kg.MS	64,4a	53,0b	51,9a	58,6	64,5a	64,6a	53,5a	51,7	59,1	64,7a
Probabilidad estadística	***	***	*	ns	***	***	***	ns	ns	***
EEM1	0,158	0,264	0,331	0,527	0,163	0,203	0,169	0,371	0,428	0,128
	Broza de espárrago (BE)					Broza de espárrago (BE)				
0 UI/ kg . M S (control)	58,2	32,5	28,3	38,9b	55,9	58,2	31,1	23,8	42,5	55,9

2000 UI/kg.MS	59,8	34,0	29,8	40,3ab	57,5	59,0	32,7	26,6	43,3	56,7
4000 UI/kg.MS	59,5	33,7	29,9	41,0a	57,3	59,1	33,0	27,1	44,8	56,8
8000 UI/kg.MS	60,3	35,0	31,5	41,9a	58,1	59,2	33,1	29,0	45,0	56,9
Probabilidad estadística	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
EEM1	0,354	0,400	0,435	0,207	0,393	0,462	0,418	0,851	0,439	0,511
	Cáscara de maní (CM)					Cáscara de maní (CM)				
0 UI/kg.MS (control)	22,3b	6,4	3,3	9,6	21,6b	22,3b	9,5	6,4	11,2	21,5b
2000 UI/kg.MS	22,8b	7,0	3,6	11,8	22,0b	24,3a	10,6	5,3	13,4	23,5a
4000 UI/kg.MS	23,5b	7,9	3,9	11,7	22,7b	23,9ab	10,1	5,3	13,6	23,1ab
8000 UI/kg.MS	24,9a	9,6	3,9	11,8	24,1a	24,6a	11,1	4,6	13,8	23,9a
Probabilidad estadística	***	ns	ns	ns	***	***	ns	ns	ns	*
EEM1	0,147	0,479	0,108	0,318	0,182	0,206	0,377	0,247	0,437	0,244

1 Error estándar de la media. El número de observaciones usadas fue n = 24.

2 DIVMS = digestibilidad in vitro de la materia seca

3 DIVFDN = digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra

4 DIVHEM = digestibilidad in vitro de la hemicelulosa

5 DIVCEL = digestibilidad in vitro de la celulosa.

6 DIVMO = digestibilidad in vitro de la materia orgánica

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001 y ns = no significativo

Letras diferentes= diferencias estadísticas

3.1.1. Uso de xilanasas

La DIVMS de la PM se incrementó ($p < 0,001$) al aplicar xilanasas en los niveles de 4000 y 8000 UI/kg.MS. De modo semejante, Moreno et al. (2007) y Avellaneda et al. (2007) encontraron mejoras al aplicar xilanasas para heno de alfalfa y *Brachiaria* sp., respectivamente, aunque con menores dosis (200 y 100 UI/kg.MS). Por el contrario, Dean et al. (2005) reportaron similares respuestas al aplicar xilanasas sobre ensilaje de pasto bermuda en dosis de 2600, 5200 y 10400 UI/kg.MS. La DIVFDN de la PM fue mayor ($p < 0,001$) en los grupos tratados con 4000 y 8000 UI/kg.MS vs. el grupo de control (tabla II). Estos resultados concuerdan con los de Moreno et al. (2007), quienes indicaron diferencias ($p < 0,01$) sobre heno de alfalfa al aplicar xilanasas en dosis de 200 UI/kg.MS. Pero, por el contrario, Holtshausen et al. (2011) y Dean et al. (2005) encontraron niveles similares para la DIVFDN al aplicar xilanasas sobre ensilaje de alfalfa y pasto bermuda, con dosis también similares a las utilizadas en este trabajo.

Para la BE la aplicación de xilanasas no cambió la DIVMS y DIVFDN, por lo tanto, no existió efecto en este residuo. En el caso de la CM, en la DIVMS se observó mayor porcentaje ($p < 0,001$) al aplicar xilanasas con los niveles de 2000, 4000 y 8000 UI/kg.MS, pero en el caso de la DIVFDN fueron similares los dosis de xilanasas comparadas con las del grupo de control (tabla II). Trabajos similares, como el de Elwakeel et al. (2007), quienes aplicaron xilanasas sobre cásc-

cara de soya y ensilaje de maíz en dosis de 112, 560, 1680 y 3360 UI/kg.MS, indicaron mayores efectos de digestibilidad in vitro, a diferencia de Dean et al. (2005), quienes al aplicar xilanasas señalaron resultados iguales de la DIVMS sobre ensilaje de pasto bermuda en dosis de 5200 y 10400 UI/kg.MS.

2.2. Producción de gas in vitro

2.2.1. Uso de celulasas

En la PM durante las 3, 6, 12, 24 y 48 horas de medición de gas, solo a las dos horas fue mayor ($p < 0,05$) en los niveles tratados (tabla III), mientras que para el resto de los tiempos de medición la producción de gas fue similar, resultado que coincide con el de Wang et al. (2004), quienes reportaron una mayor producción de gas en el nivel tratado con 4190 UI/kg.MS de celulasas sobre paja de trigo a las dos horas. En el caso de la BE no hubo diferencias al comparar el control en ninguno de los tiempos de medición. La CM solo produjo una mayor cantidad de gas in vitro a las seis horas de incubación ($p < 0,05$) en los grupos tratados con celulasas en los niveles de 2000, 4000 y 8000 UI/kg.MS (tabla III). Asimismo, Jalilvand et al. (2008) y Colombato et al. (2003) reportaron mayor producción de gas a las seis horas ($p < 0,001$) en los grupos tratados con celulasas con dosis de 12600 y 25200 UI/kg.MS, a diferencia de Wang et al. (2004), quienes reportaron resultados similares sobre la paja de trigo con dosis de 4190 UI/kg.MS, también a las seis horas.

2.2.2. Uso de xilanasas

En el caso de la PM, la producción de gas fue similar en todos los tiempos de medición (3, 6, 12, 24 y 48 horas). Estos resultados coinciden con los de Jalilvand et al. (2008), quienes al aplicar xilanasas sobre heno de alfalfa en dosis de 12600 y 25200 UI/kg.MS no encontraron diferencias. Para la BE, la producción solo fue mayor al aplicar xilanasas a las 12 horas ($p < 0,05$) en los niveles de 2000, 4000 y 8000 UI/kg.MS (tabla III). Igualmente, Colombato et al. (2003), Wang et al. (2004) y Eun et al. (2007b), al aplicar xilanasas sobre ensilaje de maíz y ensilaje de cebada, reportaron también mayor producción de gas in vitro a las 12 horas. Jalilvand et al. (2008). Por el contrario, indicaron que la producción de gas no demostró ningún efecto a dosis de 12600 y 25200 UI/kg.MS) sobre heno de alfalfa. En el caso de la CM, la producción de gas fue similar en todos los tiempos de medición (3, 6, 12, 24 y 48 horas) durante el desarrollo de la investigación (tabla III).

Tabla III. Producción de gas in vitro (mL /g.MO) aplicando celulasas o xilanasas a los residuos de cosecha (Gas production in vitro (mL /g.OM) applying cellulases or xylanases of the crop residues)

Tratamientos	Celulasas (EC: 3.2.1.4)					Xilanasas (EC: 3.2.1.8)				
	Panca de maíz					Panca de maíz				
	3 HO-RAS	6 HO-RAS	12 HO-RAS	24 HO-RAS	4 8 HO-RAS	3 HO-RAS	6 HO-RAS	12 HO-RAS	2 4 HO-RAS	4 8 HO-RAS
0 UI/kg.MS (control)	17,3b	33,7	95,0	357,4	749,0	20,8	37,2	97,2	373,9	742,1
2000 UI/kg.MS	19,0ab	36,1	96,7	363,8	753,5	29,7	38,8	99,6	386,0	769,3
4000 UI/kg.MS	17,9ab	35,0	96,6	362,1	753,2	22,4	39,3	99,9	388,9	767,8
8000 UI/kg.MS	21,4a	39,6	98,8	371,6	755,1	23,5	40,2	100,2	383,0	756,4
Probabilidad estadística	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

EEM1	0,511	1,094	2,364	4,023	6,133	0,357	1,145	2,253	6,542	7,964
	Broza de espárrago					Broza de espárrago				
0 UI/kg. MS (control)	34,0	65,2	126,6	306,4	494,3	34,0	66,5	128,9b	311,8	480,2
2000 UI/kg.MS	36,0	68,0	131,3	307,4	501,6	35,3	67,4	132,2ab	314,4	484,1
4000 UI/kg.MS	37,7	69,5	132,7	315,5	495,1	36,2	67,9	132,8ab	315,7	488,2
8000 UI/kg.MS	38,0	70,3	134,1	315,2	502,3	36,2	67,9	133,6a	315,5	485,3
Probabilidad estadística	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
EEM1	0,912	0,965	1,000	3,577	2,813	1,337	1,172	0,521	3,000	3,487
	Cáscara de maní					Cáscara de maní				
0 UI/kg.MS (control)	19,4	32,7b	51,9	89,6	125,2	19,0	34,5	51,3	86,9	127,6
2000 UI/kg.MS	21,4	34,2ab	54,0	91,2	127,6	22,6	35,6	58,7	96,3	131,2
4000 UI/kg.MS	20,3	35,0ab	53,5	92,1	129,7	21,2	36,7	57,3	93,7	128,9
8000 UI/kg.MS	21,8	36,2a	54,1	92,8	128,4	21,3	36,6	55,5	92,7	130,0
Probabilidad estadística	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
EEM1	0,496	0,411	1,247	1,289	2,833	0,464	0,338	1,539	1,566	2,672

1 Error estándar de la media. El número de observaciones usadas fue n = 24.

* p < 0,05, ns = no significativo

Letras diferentes= diferencias estadísticas

Conclusiones

Al aplicar las EFE (celulasas o xilanasas) tuvieron mayores DIVMS y DIVFDN sobre la PM, mientras en la BE existieron efectos similares para ambas enzimas y ambos parámetros. Para la CM en la DIVMS, también fue mayor con celulasas o xilanasas en el nivel 8000 UI/kg.MS frente al control, pero para la DIVFDN no cambiaron los resultados con ambas enzimas. La producción de gas in vitro con celulasas o xilanasas sobre la PM, BE y CM a las 48 horas no tuvo diferencia. Se puede concluir que las celulasas o xilanasas influyen la DIVMS, DIVFDN y no en la producción de gas.

Agradecimientos

A la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) por el financiamiento parcial de los equipos de laboratorio (Ankom200 Fiber Analyzer) y la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (Senescyt-Ecuador) por el financiamiento de gastos operativos en el desarrollo de la investigación.

Bibliografía

Adesogan, A. T., Z. X. Ma, J. J. Romero and K. G. Arriola 2014. Ruminant nutrition symposium: Improving cell wall digestion and animal performance with fibrolytic enzymes. J. Anim. Sci., 92: 1317-1330.

AOAC 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Agriculture Chemist, Washington D. C. 125 p.

- Aranda, E., G. Mendoza, J. Ramos, I. Da Silva and A. Vitti, 2010. Effect of fibrolytic enzymes on rumen microbial degradation of sugarcane fiber. *J. Sci. Anim. Brazilian. Goiania.* vol. 11, n. ° 3: 488-495.
- Arriola, K. G., S. C. Kim, C. R. Staples and A. T. Adesogan 2011. Effect of fibrolytic enzyme application to low-and high-concentrate diets on the performance of lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 94: 832-841.
- Avellaneda, J. H., S. S. Gonzales, J. M. Pinos-Rodríguez, A. Hernández, O. Montanez y J. A. Oseguera 2007. Enzimas fibrolíticas exógenas en la digestibilidad in vitro de cinco ecotipos de *Brachiaria* sp. *Agronomía Mesoamericana.*, vol. 18, n.° 1: 11-17.
- Bailey, M. J., P. Biely and K. Poutanen 1992. Interlaboratory testing of methods for assay of xylanase activity. *J. Biotech.*, 23: 257-270.
- Beauchemin, K. A., L. M. Rode, M. Maekawa, D. P. Morgavi and R. Kampen 2003. Evaluation of a nonstarch polysaccharidase feed enzyme in dairy cow diets. *J. Dairy Sci.*, 83: 543-553.
- Beauchemin, K. A and L. Holtshausen 2010. Developments in Enzyme Usage in Ruminants. *Enzymes in Farm Animal Nutrition* pp: 206-225. 2nd Edition. CABI Pub., Cambridge.
- Carreón, L., J. Pinos-Rodríguez, R. Bárcena, S. Gonzales and G.Mendoza 2010. Influence of fibrolytic enzymes on ruminal disappearance and fermentation in steers fed diets with short and long particle length of forage. *Italian Journal of Anim. Sci.*, vol. 9: e17: 83-87.
- Colombatto, D., G. Hervás, W. Z. Yang and K. A. Beauchemin 2003. Effects of enzyme supplementation of a total mixed ration on microbial fermentation in continuous culture, maintained at high and low pH. *J. Anim. Sci.*, 81: 2617-2627.
- Dean, D. B., A. T. Adesogan, N. Krueger and R. C. Littell 2005. Effect of fibrolytic enzymes on the fermentation characteristics, aerobic stability, and digestibility of bermudagrass silage. *J. Dairy Sci.*, 88: 994-1003.
- Elwakeel, E. A., E. C. Titgemeyer, B. J. Johnson, C. K. Armendariz and J. E. Shirley 2007. Fibrolytic enzymes to increase the nutritive value of dairy feedstuffs. *J. Dairy Science.* 90: 5226-5236.
- Erwin, E. S., G. J. Marco and E. M. Emery 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.*, 44: 1768-1771.
- Eun, J. S and K. A. Beauchemin 2007. Enhancing in vitro degradation of Alfalfa hay and corn silage using feed enzymes. *J. Dairy Science.* 90: 2839-2851.
- Eun, J. S., K. A. Beauchemin and H. Schulze 2007a. Use of an in vitro fermentation bioassay to evaluate improvements in degradation of alfalfa hay due to exogenous feed enzymes. *J. Animal Feed Science and Technology.* 135: 315-328.
- Eun, J. S., K. A. Beauchemin and H. Schulze 2007b. Use of exogenous fibrolytic enzymes to enhance in vitro fermentation of Alfalfa hay and corn silage. *J. Dairy Sci.* 90: 1440-1451.
- Flachowsky, G. 2011. Carbon-footprints for food of animal origin, reduction potentials and research need. *Journal of Applied Animal Research.* vol. 39, n. ° 1: 2-14.
- Giraldo, L. A., M. L. Tejido, M. J. Ranilla and M. D. Carro 2008a. Effects on exogenous fibrolytic enzymes on in vitro ruminal fermentation of substrates ratios. *J. Animal Feed Science and Technology.* 141: 306-325.

- Giraldo, L. A., M. L. Tejido, M. J. Ranilla, S. Ramos and M. D. Carro 2008b. Influence of direct-fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay-based diet. *J. Anim. Sci.* 86: 1617-1623.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agric. Handbook*, n.º 379. ARS-USDA. Washington, DC, USA.
- Gómez-Vásquez, A., G. Mendoza-Martínez and J. Pinos-Rodríguez 2011. Comparison of in vitro degradation of elephant grass and sugarcane by exogenous fibrolytic enzymes. *African Journal of Microbiology Research*. vol. 5, n.º 19: 3051-3053.
- Holtshausen, L., Y. H. Chung, H. Gerardo-Cuervo, M. Oba and K. A. Beauchemin 2011. Improved milk production efficiency in early lactation dairy cattle with dietary addition of a developmental fibrolytic enzyme additive. *J. Dairy Sci.*, 94: 899-907.
- Jalilvand, G., N. Odongo, S. López, A. Naseria, R. Valizadeh, F. Eftekhar, E. Kebreab and J. France 2008. Effects of different level of an enzyme mixture on in vitro gas production parameter of contrasting forage. *J. Animal Feed Science and Technology*. 146: 289-301.
- Malik, R. and S. Bandla 2010. Effect of source and dose of probiotics and exogenous fibrolytic enzymes (EFE) on intake, feed efficiency and growth of male buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *J. Animal Health Production*. DOI 10.1007/s 11250-010-95559-5. Springer science.
- Mauricio, R. M., F. L. Mould, M. S. Dhanoa, E. Owen, K. S. Channa and M. K. Theodorou 1999. Asemi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 79: 321-330.
- McAllister, T. A., A. N. Hristov, K. A. Beauchemin, L. M. Rode and K. J. Cheng 2001. Enzymes in ruminant's diets. In: M. R. Bedford and G. G. Partridge (eds.) *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. CAB International, Wiltshire.
- Meale, S. J., K. A. Beauchemin, A. N. Hristov, A. V. Chaves and T. A. McAllister 2013. Board-Invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve ruminant production. *J. Anim. Sci.*, 92: 427-442.
- Medina, M., G. Tirado, I. Mejía, I. Camarillo y C. Cruz-Vásquez 2006. Digestibilidad in situ de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 41, n.º 7: 1173-1177.
- Mendoza, G. D., O. Loera-Corral, F. Plata-Pérez, P. Hernández and M. Ramírez 2014. Considerations on the use of exogenous fibrolytic enzymes to improve forage utilization. *The Scientific World Journal*. vol. 2014, Art. ID 247437, 9 p.
- Moreno, R., J. M. Pinos-Rodríguez, S. Gonzáles, G. Álvarez, J. C. García, G. Mendoza y R. Bárcena 2007. Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en la degradación ruminal in vitro de dietas para vacas lecheras. *J. Inter ciencia.*, vol. 32, n.º 12: 850-853.
- Romero, J. J., M. Zarate, O. Queiroz, J. Han, J. Shin, C. Staples, W. Brown and A. Adesogan 2013. Fibrolytic enzyme and ammonia application effects on the nutritive value, intake, and digestion kinetics of bermuda grass hay in beef cattle. *J. Animal Science*. 91: 4345-4356.
- Romero, J. J., M. A. Zarate and A. T. Adesogan 2015. Effect of the dose of exogenous fibrolytic enzyme preparation on preingestive fiber hydrolysis, ruminal fermentation, and in vitro digestibility of bermudagrass haylage. *J. Dairy Science*. 98: 406-417.

- SAS Institute. 2001. The SAS System for Microsoft Windows, release 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sutton, J. D., R. H. Phipps, D. E. Beever, D. J. Humphries, G. F. Hartnell, J. L. Vicini and D. L. Hard 2003. Effect of method of application of a fibrolytic enzyme product on digestive processes and milk production in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.*, 86: 546-556.
- Tang, S. X., G. O. Tayo, Z. L. Tan, Z. H. Sun, L. X. Shen, C. S. Show, C. S. Xiao, G. P. Ren, X. F. Han and S. B. Shen 2008. Effects of yeast culture and fibrolytic enzyme supplementation on in vitro fermentation characteristics of low-quality cereal straws. *J. Animal Science*. 86: 1164-1172.
- Titi, H. H. and M. J. Tabbaa 2004. Efficacy of exogenous cellulase on digestibility in lambs and growth of dairy calve. *J. Livestock Production Science*. 87: 207-214.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.
- Wang, Y., B. M. Spratling, D. R. ZoBell, R. D. Wiedmeier and T. A. McAllister 2004. Effect of alkali pretreatment of wheat straw on the efficacy of exogenous fibrolytic enzymes. *J. Animal Science*. 82: 198-208.
- Wood, T. M. and K. M. Bhat 1988. Methods for measuring cellulose activities. In: W.A. Wood and S. T. Kellogg (eds.) *Methods in Enzymology*, vol. 160 pp: 87-112. Academic Press Inc., London.

RADAR DE APERTURA SINTÉTICA (SAR) PARA DETECCIÓN DE OBJETOS EN AMBIENTES INTERNOS MEDIANTE UNA TARJETA USRP B210

(SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR) FOR TARGET DETECTION IN INTERNAL ENVIRONMENTS BY AN USRP B210 CARD)

P. Moreno(1)*, D. Llalau(1), H. Moreno(1)

(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 (P. Moreno)

RESUMEN

La presente investigación trata sobre el radar de apertura sintética (SAR), aplicado en ambientes de laboratorios. La construcción de imágenes se puede realizar aplicando Algoritmo de Rango Doppler (DRA) o el Algoritmo de Migración de Rango (RMA). Las simulaciones realizadas con el software MatLab muestran los resultados de las resoluciones que se pueden obtener con el sistema radar.

Palabras claves: USRP B210, SDRadar, SAR, RMA, DRA, resolución.

ABSTRACT

In the present work a synthetic aperture radar has been studied to be applied in internal environments. The construction of images can be done by applying Doppler Range Algorithm (DRA) or Range Migration Algorithm (RMA). The simulations made with MatLab show the results of resolutions that can be reached with this radar system.

Key words: USRP B210, SDRadar, SAR, RMA, DRA, resolution.

1. Introducción

Un radar de apertura sintética (SAR), es un sistema que permite la formación de imágenes de alta resolución, estos sistemas no se ven afectados por la oscuridad, niebla o las nubes. La formación de las imágenes puede obtenerse al aplicar diferentes algoritmos, en la que cada medición realizada por el radar contribuye a la formación de una imagen SAR. En la actualidad existen diversidad de prototipos radares, pero a un costo muy elevado; por lo que mediante un ejemplar radar basado en tarjetas SDRadar de propósito general se puede obtener un prototipo radar de bajo costo.

Un sistema radar clásico de medición se compone de hardware dedicado, dependiendo de cada una de las aplicaciones (Doppler, mediciones de clima, Radar de Penetración en el suelo, Radar de apertura sintética, etc.). La nueva concepción de Software Defined Radar (SDRadar) provee un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad para varias técnicas de procesamiento de señal (1). En un sistema SDRadar la mayoría de las operaciones relacionadas al procesamiento de la señal son realizadas vía software; esto brinda la posibilidad de crear un radar multipropósito en el cual

diferentes algoritmos para diferentes aplicaciones pueden tomar lugar en el mismo dispositivo (1). En este trabajo un transceptor definido por software USRP B210 ha sido programado como un sistema de medición de un radar de apertura sintética SAR, utilizando el algoritmo adecuado el mismo que se discute en la siguiente sección. Las potencialidades de algunas tarjetas USRP en campos didácticos y educativos desarrollados en el ámbito de radares, han sido tratados en (2, 3).

2. Materiales y Métodos

2.1. Radar de Apertura Sintética

Es un radar de imágenes de microondas activo de alta resolución en dos dimensiones: Con este tipo de radar la información se obtiene realizando varios barridos de la antena formando así un solo barrido virtual, con lo que se consigue mejorar el rendimiento y la directividad de la antena. La señal recibida se procesa mediante el uso de algoritmos, lo que posibilita determinar diferentes características de los objetos como su ubicación, tamaño, tipo de material etc.

Su uso se limitaba a la cartografía terrestre, donde el radar se ubica en un avión y se adquieren los perfiles, mientras el avión se encuentra en movimiento. El SAR también se puede implementar en un entorno de laboratorio de pequeña escala, donde se requiere alta resolución para lograr una correcta formación de las imágenes. (4)

2.2. Algoritmo de formación de imágenes

En las aplicaciones SAR de largo alcance, el Algoritmo de Rango Doppler (DRA) se utiliza normalmente bajo la suposición de que las ondas dispersas por los objetivos son ondas planas con frente de fase lineal. En aplicaciones de SAR de corto alcance, las ondas de regreso hacia la plataforma SAR son ondas esféricas con un frente de fase no lineal. Los algoritmos de formación de imágenes convencionales se usan típicamente bajo la suposición de onda plana; sin embargo, el algoritmo de migración de rango (RMA) puede manejar la onda esférica real, por lo que el RMA es adecuado para aplicaciones de escala pequeña (4–5).

2.2.1. Algoritmo de Rango Doppler (DRA)

En el sistema SAR de largo alcance, se transmite una rápida ráfaga de señal con frecuencia Modulada linealmente (LFM), esperando un período corto de tiempo para recibir las reflexiones de los objetivos. El tiempo transcurrido entre las transmisiones de impulsos se conoce como intervalo de repetición de impulsos (PRI). Una de las ventajas que presenta este sistema de SAR es que se puede implementar con una sola antena.

El DRA se divide en dos pasos principales (compresión de rango y compresión en acimut). La compresión de rango se usa para detectar la presencia de la señal de referencia. La referencia de rango y las filas de datos 2D se transforman en dominio de frecuencia usando la transformada rápida de Fourier (FFT) y luego se multiplican. Finalmente se realiza la transformada rápida de Fourier inversa (IFFT). (4,6).

2.2.2 Algoritmo de Migración de Rango (RMA)

En el sistema SAR de corto alcance, la señal LFM se transmite continuamente sin período de

espera, en donde la señal transmitida y sus reflexiones recibidas se producen simultáneamente, de modo que se requieren dos antenas. Para formar la imagen los datos se procesan usando el Algoritmo de Migración de Rango (RMA) y deben seguir los siguientes pasos: (1)

- DFT transversal
- Filtro coincidente
- Stolt de Interpolación
- Transformada de Fourier inversa en el dominio de la imagen

2.2.2.1. Transformada Discreta de Fourier de Rango Transversal

El primer paso en el RMA es calcular la DFT de la componente espacial de la matriz de datos SAR $s(x_n, w(t))$, en donde debe aplicarse la DFT a todos los valores de x_n por cada $w(t)$ (“Fig. (1)”) su resultado es una matriz de datos del dominio de frecuencia espacial $s(k_x, w(t))$, Además de la DFT, se realiza la sustitución $k_r = w(t)/c$, esto resulta en la matriz de datos SAR $s(k_x, k_r)$.

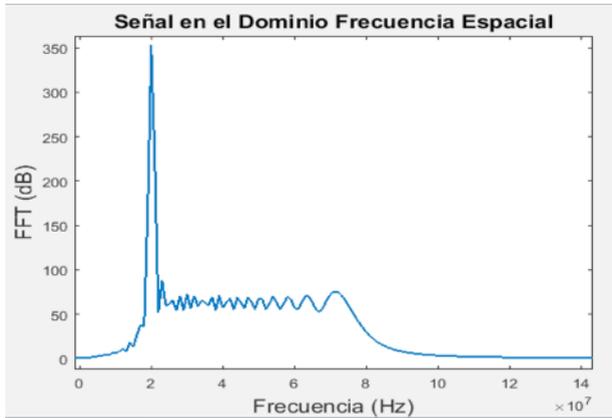


Fig. 1. Señal en el Dominio de la Frecuencia Espacial

2.2.2.2. Filtro Coincidente

A continuación, se aplica un filtro 2D para corregir la curvatura del frente de onda, este filtro se representa con la ecuación (1).

$$s_{mf}(k_x, k_r) = e^{jR_s \sqrt{k_r^2 - k_x^2}} \tag{1}$$

Donde, R_s es la distancia frontal al centro de la escena. Multiplicando la ecuación (1) por la matriz de datos SAR $s(k_x, k_r)$ obtenemos la ecuación (2) que como resultado nos da una matriz de datos SAR aplicado el filtro coincidente. En la “Fig. (2)” se puede observar una curvatura del frente de onda, mientras que en la “Fig. (3)” se aprecia una corrección de la curvatura que se obtiene luego de aplicar el filtro coincidente.

$$s_{filtrada}(k_x, k_r) = s_{mf}(k_x, k_r) \cdot s(k_x, k_r) \tag{Ec.2}$$

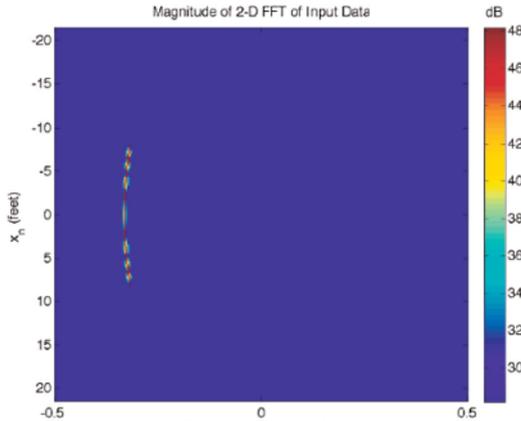


Fig. 2. Magnitud de la señal reflejada mostrando la curvatura del frente de onda (Charvat, Gregory., 2014)

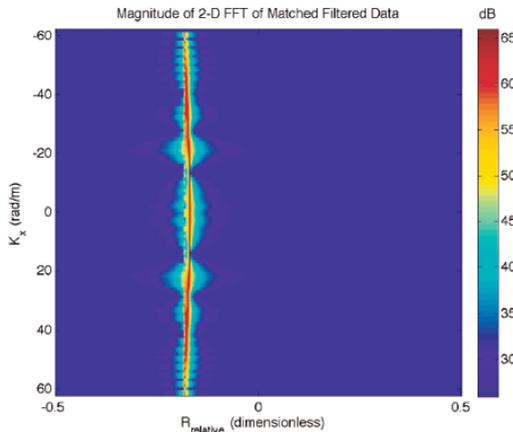


Fig. 3. Magnitud de la señal reflejada luego de aplicar el filtro coincidente. (Charvat, Gregory., 2014)

2.2.2.3. Stolt de Interpolación

La interpolación de Stolt es el paso crítico en el RMA. Este transforma los datos SAR 2D después del filtrado coincidente de la frecuencia espacial y del número de onda (k_x, k_r) al dominio del número de onda espacial (k_x, k_y) .

La relación del Stolt entre k_y, k_r y k_x está dado por la ecuación (3).

$$k_y = \sqrt{k_r^2 - k_x^2} \quad (3)$$

Con esto, se aplica una interpolación unidimensional a través de todos los números de onda k_r para mapearlos sobre k_y resultando en la matriz interpolada $Stolt_{st}(k_x, k_y)$. Cuanto mayor sea la apertura del radar, más se notará la curvatura en los datos y cuanto mayor sea la longitud de onda, más se notará la curvatura. El Stolt corrige la curvatura del frente de onda curvando

los datos, en software, en la dirección opuesta para cada componente de frecuencia del campo dispersado medido, de manera que el análisis de Fourier puede usarse para calcular una imagen.

2.2.2.4 Transformada de Fourier inversa en el dominio de imagen (IDFT 2D)

Para convertir la matriz de Stolt $s_{st}(k_x, k_y)$ en el dominio de imagen $S(X; Y)$ se debe tomar una subsección de los datos de interpolación curvos de la “Fig. (4).

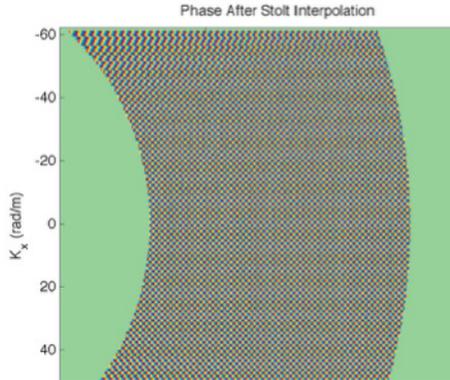


Fig. 4. Fase después de aplicar el Slot de interpolación (Charvat, Gregory., 2014).

Luego de determinar la subsección, la IDFT 2D se aplica (a las filas, luego a las columnas por separado) y se calcula la matriz de imagen SAR resultante $S(X; Y)$. La magnitud relativa en dB de esta imagen SAR se muestra en la “Fig. (5)”, donde la ubicación del punto objetivo se muestra claramente en su ubicación correcta.

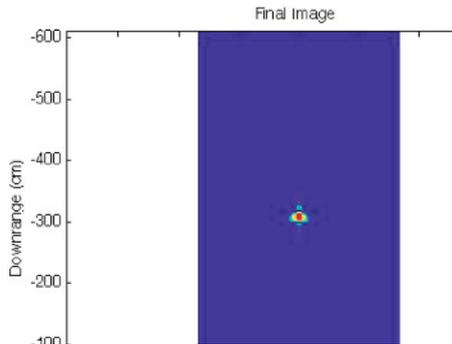


Fig. 5. Imagen SAR de un punto simulado (Charvat, Gregory., 2014)

2.3. Software Defined Radar

Software Defined Radar (SDRadar) podría representar un nuevo reto en la tecnología de radar, debido a la posibilidad de llevar a cabo la mayor parte de las operaciones básicas (es decir, la mezcla, el filtrado, la modulación y demodulación) simplemente el empleo de módulos de software para lograr la mayor parte del hardware específico.

El objetivo principal de un radar definido por software se relaciona no sólo a una reducción de costes clara, sino también a un aumento significativo de la versatilidad del sistema, ya que la generación de la señal y los parámetros de procesamiento de señal pueden ser adaptados fácilmente sobre la marcha para la tarea en cuestión. Nuevas investigaciones han sido recientemente llevadas a cabo para implementar un SDRadar. (7).

2.4. Metodología de las mediciones

Una vez generadas las señales en el software MatLab y configurado el prototipo radar en GNURadio se realizan las mediciones y se aplica el algoritmo RMA para la formación de la imagen SAR, como se muestra en la “Fig. (6)” para lo cual se siguen los siguientes pasos:

1. Elegir la longitud transversal (L) y su respectivo espaciamiento (ΔX)
2. Se procede a realizar la medición enviando y recibiendo la señal.
3. Se realiza un desplazamiento transversal ΔX del sistema radar.
4. Una vez alcanzado la longitud transversal L, aplicar el algoritmo RMA de la matriz de datos, esta se divide en 4 pasos
5. Finalmente mostrar los resultados en una imagen.



Fig. 6. Diagrama de flujo de las mediciones

3. Resultados

3.1. Resultados de la Simulación

Se utilizó MatLab para la generación de la señal, así como para el procesamiento de los datos, mientras que GNURadio se utiliza para enviar y recibir la señal en tiempo real.

Se realiza la simulación de un ambiente interno, en donde se encuentran tres objetivos de prueba, cuyas propiedades y características físicas de reflexión para las ondas electromagnéticas son similares. En la Fig. 7 se muestra el escenario correspondiente en donde se ubican 3 objetivos separados tanto en rango frontal como en rango transversal. En la “Tabla (1)” se muestran los parámetros para la generación de la señal FMCW.

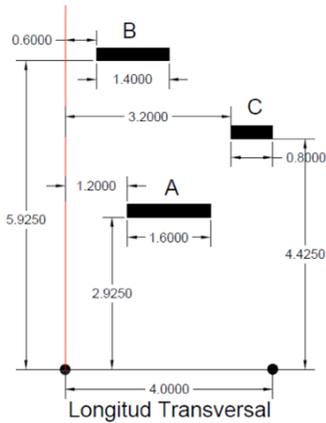


Fig. 7. Objetivos de prueba

Parámetro	Valor
Frecuencia Inicial	2 GHz.
Frecuencia Final	4GHz.
Frecuencia Central	3 GHz.
Ancho de Banda	2GHz.
Resolución	75 mm.
Frecuencia de Muestreo	40GHz.
Tiempo de Duración de la señal	600 us
Longitud Transversal	4 m.
Número de mediciones	20
Espaciamiento Transversal	0.2 m.
Alcance Máximo	90 m.

Tabla 1. Parámetros de configuración para la generación de una señal FMCW

En la “Fig. (8)” se puede observar el resultado de la formación de la imagen de cada objetivo ubicado de manera correcta tanto en rango transversal como en rango frontal.

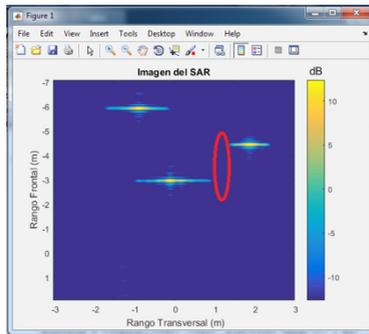


Fig. 8. Imagen final SAR

4. Discusión

En el presente trabajo se ha podido determinar la factibilidad de realizar un sistema SAR a través de una tarjeta USRP B210, la cual es una solución de bajo costo para ciertas aplicaciones, tales como en este caso la detección de objetos en ambientes internos, tal como se ha demostrado en las simulaciones correspondientes es posible obtener información de los objetos existentes en un entorno de laboratorio con una resolución aceptable dependiendo de la cantidad de mediciones que se realicen y de las características de la antena utilizada.

La selección del algoritmo más adecuado para el funcionamiento del sistema SAR dependerá de la aplicación específica que se esté desarrollando, para este caso específico se ha elegido el algoritmo RMA considerando las condiciones de corto alcance del escenario bajo prueba.

5. Conclusiones

La resolución del sistema radar ayuda a que se pueda determinar claramente los objetivos tanto en rango frontal como en rango transversal luego de aplicar el algoritmo RMA.

Los objetivos presentan mayor concentración de energía en el centro de cada uno de ellos, y va disminuyendo paulatinamente a medida que se aleja del centro.

Las tarjetas SDR, permiten obtener prototipos radares de bajo costo, en donde la resolución del sistema radar se encuentra limitada por la máxima frecuencia de muestreo que permita la tarjeta.

Referencias

1. Di Massa G, Crupi F, Moreno D, Costanzo S. 2014. Dielectric Characterization through SDRadar Technology with NI USRP 2920, EUCAP 2014. The Hague, Netherlands.
2. Costanzo S et al, 2013, Potentialities of usrp-based software defined radar systems, Progress In Electromagnetics Research B, Volume 53, pp: 417- 435.
3. Costanzo S, Spaddafora F, Borgia A, Moreno O.H, Costanzo A, Di Massa G. High Resolution Software Defined Radar System for Target Detection, Journal of Electrical and Computer Engineering, Volume 2013, Article ID 573217, 7 pages, 2013.
4. Charvat G. Small and Short-Range Radar Systems. Boca Raton Miami, USA: Taylor & Francis Group, 2014., pp 1-150.
5. Mahafza B. Radar Systems Analysis and Design Using Matlab. Miami, USA: Chapman & Hall/CRC, 2013. pp 16-22
6. Mohamed E, Widad I. 2015, Fundamentals of Synthetic Aperture Radar Systems. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, pp. 172-178.
7. Dyson, P. L, Devlin J.C, Parkinson M.L, Whittington J, (2003), The Tasman International Geospace Environment Radar (TIGER), Current development and future plans, in Proceedings of the International Radar Conference, pp. 282–287, IEEE, Adelaide, South Australia

REQUERIMIENTOS DE LAS FUENTES DE TRACCIÓN AGRÍCOLA EN LA REGIÓN ALTO ANDINA DEL ECUADOR

THE AGRICULTURAL TRACTION SOURCES REQUIREMENTS IN THE HIGH ANDEAN REGION OF ECUADOR

J.R., Pérez Pupo (1)*, J.N., Pérez Guerrero (1), M.N., Navarro Ojeda (2), M., Almendáriz Puente (1), M.A., Batista Zaldivar (1)

(1) Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

(2) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

*Correspondencia. Tel.: +593984751749, E-mail: perezpupo@gmail.com (J.R., Pérez Pupo)

RESUMEN

El sector agrícola constituye uno de los ejes fundamentales de la matriz productiva del Ecuador; sin embargo, se observa un marcado déficit en la utilización de la maquinaria en el sector rural, notoriamente en zonas que superan los 2 200 msnm. Se realizó una extensa revisión bibliográfica y sistematización de los resultados, con el objetivo de determinar los requerimientos de las fuentes de tracción más adecuadas en la región alto andina ecuatoriana, especialmente en la provincia de Chimborazo. El estudio identificó los cuatro componentes claves del sistema de mecanización: i) condiciones de explotación de la maquinaria, ii) estructura de la producción, iii) principales cultivos, iv) tecnologías productivas. Se observó que las condiciones predominantes son de alta pendiente, en predios de pequeñas dimensiones: normalmente menores de 5 ha, en cultivos fundamentales como: papa, maíz suave choclo, cebada, fréjol, trigo, quinua y chocho. Urge desarrollar y/o adaptar medios de pequeña mecanización: los motocultores actuales para agricultura de baja pendiente: potencia de 7 a 9 kW, peso de 100 a 220 kg, velocidad de traslación entre 0 y 8 km/h, pues no responden a las exigencias de explotación de la región por su baja estabilidad: inadecuado ancho entre ruedas y altura del centro de gravedad, por solo citar dos de los principales inconvenientes.

Palabras clave: Mecanización, motocultores, alto andina, agricultura, sierra.

ABSTRACT

The agricultural sector constitutes one of the fundamental productive matrix axes of Ecuador; however, there is a marked deficit in the machinery use of rural sector, notably in areas that exceed 2200 masl. An extensive bibliographical review and results systematization were carried out, aiming to determine the most adequate traction sources for the high Andean region of Ecuador, especially in the Chimborazo's province. The study identified the four mechanization system key components: (i) the operating machinery conditions; (ii) the production structure; (iii) main crops; (iv) the productive technologies. It was observed that the productive activities are carried out mainly in small farms and high slope areas: usually less than 5ha, in fundamental crops such as: potato, soft corn, barley, beans, wheat, quinoa and pips. It is urgent to develop and/or adapt small mechanization means: current cultivators for low slope agriculture: power: 7-9 kW, weight: 100-220 kg, speed of travel: 0-8 km/h, do not meet the exploitation's requirements of this region due to its low stability: inadequate width between wheels and improper location of the gravity center, just to mention two of the main drawbacks.

Keywords: Mechanization, rototillers, high Andean, agriculture, sierra.

1. Introducción

Ecuador, a pesar de contar con características favorables para que la actividad agrícola juegue un papel preponderante en la economía del país, teniendo en cuenta las características de suelos, el clima y la alta presencia de población en los sectores rurales, no ha logrado que esta actividad alcance el desarrollo y productividad requeridos en todos sus sectores.

Según datos del VI Censo Nacional Agropecuario, el 37,23 % de la población habita en el área rural (1); sin embargo, en la zona tres, el 62 % lo hace en zonas rurales. Es, por tanto, una zona predominantemente rural. (2)

La pequeña agricultura campesina en el Ecuador, según el tamaño de los predios, muestra que el 69 % de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) son unidades de menos de 5 ha, que ocupan casi el 13 % de la superficie destinada a este tipo de agricultura. (3)

Unidad de Producción Agropecuaria (UPA).- Es una extensión de tierra de 500 m² o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica, que desarrolla su actividad bajo una dirección o gerencia única, independientemente de su forma de tenencia y de su ubicación geográfica. Esta modalidad, utiliza indistintamente los medios de producción en la superficie que la conforma. En la práctica, una UPA es toda finca, hacienda, quinta, granja, fundo o predio dedicados total o parcialmente a la producción agropecuaria. En general está conformada por uno o varios terrenos dedicados a la producción agropecuaria (9).

La mecanización del sector agrícola ecuatoriano es de vital importancia para el desarrollo de este sector productivo, sin embargo, se observa que existe un marcado déficit de maquinaria en el sector rural del país; y, específicamente, en la actividad agrícola (4)

La producción agropecuaria ecuatoriana se caracteriza también por ser muy heterogénea respecto al desarrollo tecnológico: hay un gran segmento de productores con casi nulo uso de tecnología, un segmento intermedio con bajo uso de tecnología y, en contraste, un pequeño segmento de productores que usan alta tecnología. (3)

Según datos del Banco Central del Ecuador (BCE), el Producto Interno Bruto (PIB) agrícola pasó de 15,4 % en 2000 a 8,9 % en 2013. El 41 % de las divisas que ingresaron al país, promedio anual, fueron por exportaciones agropecuarias. (3)

El nivel actual de mecanización en el Ecuador es de 0,36 kW/ha cultivada (el índice de mecanización recomendado para los países en desarrollo es de 0,75 a 1,0 kW/ha). A pesar que el gobierno ha elaborado una política de mecanización agrícola, creado los centros de mecanización de conjunto con el sector privado, ha invertido USD 8 400 000 en la creación de 55 de estos centros, de ellos 13 en la provincia de Chimborazo, y la compra de 1 942 motocultores y 92 tractores (5), estas cifras resultan insuficientes; además, los equipos, en el caso de los motocultores, no son adecuados para ser usados en las condiciones de la sierra alto andina.

Asimismo, dentro de las políticas generales del gobierno ecuatoriano de ayuda a los agricultores, teniendo en cuenta la ausencia de una industria manufacturera de maquinaria agrícola -debido a la falta de tecnología propia en el sector de transformación-, se permite la importación de maquinaria nueva y usada con arancel cero, y sin medidas de salvaguardia; lo que posibilita poder acceder al mercado con unos costes bajos. En consecuencia, el comercio de maquinaria agrícola en la actualidad es mayoritariamente de productos importados (6); de los cuales, un elevado porcentaje están diseñados para trabajar en fincas de grandes extensiones y con topografía llana.

La región interandina es importante para la producción agrícola de la sierra ecuatoriana. Este corredor atraviesa las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, en zonas que van desde los 2 000 a 3 000 msnm. (3)

La agricultura ecuatoriana es de pequeñas dimensiones y con suelo irregular, básicamente en la

sierra, para lo cual debe concebirse una maquinaria que se adapte a esas condiciones, para evitar que los suelos se erosionen y degraden el medio ambiente; por lo que el objetivo del trabajo es determinar los requerimientos de las fuentes de tracción más adecuadas para la región alto andina ecuatoriana, especialmente en la provincia de Chimborazo.

2. Materiales y métodos

Para analizar las tendencias de la mecanización agrícola a nivel mundial y en la región alto andina en particular, y a partir de ello hacer una propuesta de sistema apropiado a estas condiciones, se identificaron los componentes claves del sistema de mecanización agrícola en esta región. Se realizó un análisis detallado empleando el método de la investigación bibliográfica y criterios para determinar el papel de cada uno de los componentes en la efectividad del proceso de mecanización; y, en consecuencia, proponer cuales serían los requerimientos de las fuentes de tracción para la mecanización agrícola a utilizar en esta región que garantice la productividad agrícola, humanice esta actividad y conserve los conocimientos y prácticas de la región de un modo sustentable, asequible y económico para los productores.

Durante el estudio efectuado, primero se realizó la búsqueda y luego se sistematizó la información, según los pasos siguientes:

Diseño: se hizo una revisión sistemática de documentos de tesis y artículos científicos.

Estrategia de búsqueda: en primer lugar, se llevó a cabo una búsqueda general, tanto en español como en inglés, en las bases de datos EBSCO y SCOPUS, sin límite de fecha. Se analizaron además las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con el fin de rescatar otros estudios potencialmente incluíbles para la revisión. Para proceder a la selección se revisaron los abstracts y en caso necesario los artículos completos, con el fin de decidir si la información que contenían estaba o no relacionada con el objetivo de la investigación.

Criterios de inclusión y exclusión: respecto a las revisiones sistemáticas y los artículos científicos, se aplicó como criterio de inclusión que los estudios realizados estuvieran relacionados con la mecanización en zonas de elevada pendiente y que pudieran incorporar conclusiones sobre los requerimientos de este tipo de maquinaria.

Análisis de los datos: la información analizada se estructuró en cuatro componentes: primero: relacionado con las condiciones de explotación de la maquinaria agrícola en la región de la sierra ecuatoriana (específicamente la zona 3 y en especial en la provincia de Chimborazo); segundo: con las estructuras de producción características de la zona, influenciadas principalmente por la distribución de la tierra; tercero: los cultivos de la región y el cuarto componente: dedicado a las tecnologías productivas (las existentes y a los medios de mecanización en zonas de alta pendiente). De los artículos originales se extrajeron las siguientes informaciones: autoría, revista en la que estaba publicado, año de publicación, país donde se realizó el estudio, tipo de estudio, resultados y conclusiones.

3. Resultados y discusión

A criterio de los investigadores los factores que determinan el sistema de mecanización agrícola de la región se puede representar según la Fig. 1.

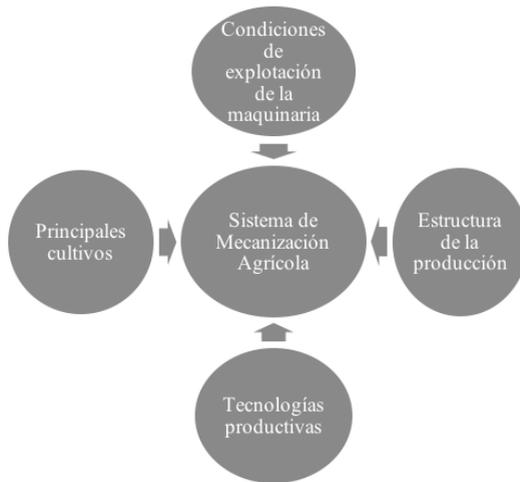


Fig. 1. Factores a tener en cuenta para la propuesta de sistema de mecanización agrícola para la zona alto andina.

3.1 Condiciones de explotación de la maquinaria agrícola.

La provincia de Chimborazo está situada en la zona central del pasillo interandino. En la cordillera occidental se encuentra el volcán Chimborazo, que da nombre a la provincia, con una altura de 6 310 msnm. Tiene una población total de 452 352 habitantes, según datos preliminares del Censo de Población y Vivienda del año 2010. La capital de la provincia es Riobamba, la cual se encuentra a una altitud de 2 754 msnm (10).

La Zona 3 posee una diversidad de pisos climáticos y de ecosistemas enmarcados en paisajes típicos de llanura amazónica, piedemonte andino, relieves montañosos cordilleranos, fondos y vertientes de cuencas interandinas, hasta periglaciares y glaciares (11).

La zona interandina cuenta con extensas áreas en las que se evidencian problemas de sobreutilización del suelo, principalmente por la incompatibilidad entre el uso actual y la aptitud. Predominan los cultivos en zonas con pendientes moderadas a fuertes, a lo que se suma la acción de otros factores como el agua, el viento, la gravedad y el uso agrícola intensivo de los predios. Todo ello origina erosión y la pérdida de suelo cultivable. Por otra parte, en las estribaciones de las cordilleras se han identificado áreas con conflicto de uso pues están dedicadas al uso agrícola y pastos, aunque la aptitud del territorio y sus pendientes demandan la conservación y ampliación de bosques (2).

Los cuatro últimos meses del año son los más utilizados para la siembra (época lluviosa). En los meses de abril y mayo se obtiene la mayor cantidad de cosechas.

El suelo de mayor predominio existente en la provincia es de tipo limoso, el cual abarca una extensión de 183 047 ha, que representa el 28,20 % del terreno provincial; y el que le sigue es de tipo arenoso con una extensión de 144 694 ha, que representa el 22,29 % del total provincial. El intervalo altitudinal más representado en el territorio corresponde a las alturas comprendidas entre 2 200 y 3 300 msnm, donde se asientan la mayoría de las cabeceras cantonales parro-

quiales y el eje urbano. Este rango con un porcentaje del 26,55 % y el rango de 3 200 – 4 240 msnm con un porcentaje del 61,99 % dentro del territorio provincial dominan la topografía de la provincia (10).

La pendiente topográfica es la inclinación de una superficie con respecto al plano horizontal, y se obtiene a partir del modelo digital de elevación del terreno. Para una mejor comprensión se representa en seis rangos que se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Pendientes en la provincia Chimborazo (10).

	Rango Pendientes [%]	Descripción	Área [ha]	Área Total [%]
1	0 - 5 %	Plano a casi plano	10 177	1,58
2	5 - 12 %	Suave a ligeramente inclinado	50 723	7,85
3	12 - 25 %	Moderadamente ondulado	60 844	9,42
4	25 - 50 %	Colinado	126 832	19,63
5	50 - 70 %	Escarpado	190 144	29,43

La mecanización resulta muy difícil, cuando no imposible, en determinadas condiciones del medio físico. Las fuertes pendientes, la pedregosidad o la baja capacidad portante de los suelos, por su elevado contenido de agua (inundación), son factores que hacen prácticamente imposible el empleo de medios mecánicos, o la utilización de maquinaria altamente especializada, con independencia de los graves problemas de erosión, como aparecen en las regiones andinas, o en el trópico, cuando el suelo se queda desprotegido de cobertura vegetal; aunque las técnicas de siembra directa se manifiestan como una alternativa interesante para desplazar la frontera agrícola en áreas tropicales, donde los cultivos asociados son una necesidad (12).

En los últimos años, los estudios que analizan los límites de operación, para los tractores empleados en la cosecha de forraje en laderas, indicaron un gradiente máximo permitido de 35 %, pero los avances recientes muestran cómo este límite puede ser elevado hasta el 60-65 % (13).

Como puede apreciarse de lo expuesto anteriormente, las condiciones predominantes en la región, para el desarrollo de la agricultura, son de alta pendiente; donde se hace necesario desarrollar y/o adaptar maquinaria para trabajar en pendientes entre el 12 y el 40 %, debido a que en pendientes mayores no resulta racional utilizar la mecanización.

3.2 Estructura de la producción.

La tendencia al fraccionamiento de las pequeñas propiedades ha continuado hasta el presente en el Ecuador, sobre todo en la región interandina: del total de UPA a nivel nacional, el 65 % tiene menos de cinco hectáreas y cubren apenas el 7 % de la superficie agropecuaria; paradójicamente, el 2 % de las UPA consideradas como “muy grandes” (más de 100 ha) cubren tan solo el 40,7 % de la superficie agropecuaria (3).

En el centro del país y en toda la sierra se concentra la mayor cantidad de parcelas con menos de 5 hectáreas; es decir, el minifundio. En la Zona 3 existen 208 556 UPA, de las cuales el 59,7 % de los predios corresponden a la pequeña agricultura campesina (3 124 435 UPA, que ocupan 603 452 ha). La mayoría de UPA del segmento de pequeña agricultura campesina (82 %) son predios de menos de 5 ha (2).

De esta región sale la mayor producción agrícola para la soberanía alimentaria del resto del país;

ésta es una realidad incontestable y que debe ser tomada en cuenta para un real cambio de estructura agraria (14).

En relación con la estructura de las UPA, el 97 % de las fincas en la provincia de Chimborazo pertenecen a pequeños productores (63 934 UPA), y ocupan el 42 % de la superficie con uso agropecuario (196 192 ha), debido a la gran atomización de productores en unidades productivas fuertemente fragmentadas menores a 20 hectáreas. En este grupo, el tamaño promedio por finca es también bajo: 2,5 ha/UPA, el menor de toda la Zona 3. Casi la mitad de la Población Económicamente Activa (PEA) de Chimborazo se encuentra concentrada también en las zonas rurales (49,7 %), por lo que su principal actividad es la producción agropecuaria (9, 15-18).

La extensión predominante de las UPA en la provincia de Chimborazo es de menos de 5 ha, con un tamaño promedio de 2,5 ha; en la cual trabaja cerca del 50 % de la población económicamente activa lo que hace imposible y económicamente inviable el uso de la “gran maquinaria”.

3.3 Principales cultivos.

Chimborazo cuenta con 471 mil hectáreas de tierra de uso agropecuario, lo cual equivale al 30 % del total de la Zona 3 y el 4 % del total del país. Existe un predominio de páramos que representan el 33 % del área con uso agropecuario, y que se encuentra en torno al gran nevado Chimborazo; luego están los montes y bosques, que ocupan el 14 % de la superficie provincial utilizada, seguida de pastos naturales y cultivados que en conjunto representan el 22 %, aportando cada uno el 11 %, destinadas a pastoreo, lo que convierte a Chimborazo, principalmente, en una provincia de ganadería de leche (15).

En la región sierra el 22,75 % y el 22,56 % del suelo cultivable está dedicado a pastos naturales y cultivados respectivamente; seguidos por un 7,43 % de cultivos transitorios y el 6,12 % de permanentes. A pesar de que los agricultores de esta zona se dedican a la siembra de gran variedad de cultivos de ciclo corto, el amplio terreno ocupado por pastos cultivados y naturales muestran que la actividad ganadera es predominante en la región (19).

La base fundamental de la producción agropecuaria es la pequeña agricultura campesina. Los cultivos principales son: papa con 7 861 ha, maíz suave choclo 4 551 ha, cebada 4 412 ha, fréjol 1 835 ha, trigo 1 529 ha, quinua 2 000 ha, chocho 1 012 ha (2).

3.4 Tecnologías productivas.

El incremento de tractores e implementos agrícolas, que respondan a las condiciones de cada región con una adecuada administración, selección y aplicación de conocimientos técnicos y científicos, podrían constituir un factor preponderante para impulsar la mecanización de la agricultura, y con ello la reducción del esfuerzo del hombre y la conservación de los recursos naturales, lo que constituye una necesidad inmediata en el Ecuador (4).

Las soluciones deben apuntar a las causas estructurales de la productividad, y fomentar sistemas de cultivo que permitan a los productores desarrollar mejores prácticas agrícolas (3).

La mecanización de las pequeñas explotaciones debe estar condicionada, al igual que en las grandes, por la rentabilidad de la inversión en maquinaria, por lo cual hay que abordar desde el principio la previsión de costos de utilización del equipo mecánico que se va a seleccionar (12).

Los métodos de cultivo en Chimborazo son convencionales y tradicionales, con labranza mecáni-

zada en algunas áreas y utilización de maquinaria agrícola para la preparación del suelo. Existen herramientas como trillas, motocultores, etc. que, si bien simplifican el trabajo de los agricultores, todavía son rudimentarias en comparación con el avance tecnológico de otros países (2).

Una de las principales herramientas desarrolladas para la labor agraria, luego del tractor, ha sido el diseño y construcción de motocultores; equipos que proporcionan potencia y facilitan algunas actividades agrarias. Una de las principales dificultades superadas con el uso de los motocultores ha sido la eliminación de daños al suelo, producido por el peso excesivo del tractor; el mismo que produce la compactación, e incluso erosión del suelo, y en consecuencia provocan graves pérdidas de productividad agrícola.

El empleo de motocultores ha sido la base del desarrollo de la agricultura familiar de los países mediterráneos. Este equipo resulta de interés para otras prestaciones agrícolas, en las que por la pequeña dimensión de las explotaciones, o por las características de los cultivos y las parcelas, no es viable el uso de los pequeños tractores (12).

Los motocultores fueron introducidos y adaptados en el país, en busca de obtención de mejoras en el rendimiento agrícola, pero lastimosamente presentan varios inconvenientes en su inserción, debido a que no se adaptan convenientemente al contexto geográfico y agrario de Ecuador.

En la normativa europea sobre maquinaria agrícola, se define motocultor como una máquina automotriz concebida para ser conducida a pie y destinada a accionar y/o arrastrar diferentes equipos de trabajo. El motocultor puede entenderse, también, como un subgrupo de los tractores agrícolas, con la singularidad de tener un sólo eje de ruedas (tractor mono eje) y ser conducido por manubrios, pero preparado para acoplarle diferentes implementos, para realizar un variado número de operaciones agrícolas. Es decir, que el carácter polivalente del tractor también es típico en los motocultores (20).

Si, por el contrario, el diseño de la máquina es para realizar un sólo tipo de trabajo, como por ejemplo: remover el suelo, siembra, trasplante, tratamientos, transporte de productos, siega, etc., su denominación como moto máquina debe referirse a esa función única que tiene encomendada, es decir: moto azada, moto sembradora, moto trasplantadora, moto segadora, etc.

Los motocultores (Fig. 2) presentan grandes ventajas tanto agrarias como económicas frente a las tradicionales técnicas de agricultura; esta característica ha sido considerada en otros países, que enfocan sus estudios a estas máquinas con el fin de optimizar su rendimiento.



Fig. 2. Partes del motocultor (21).

En las pequeñas fincas rústicas son muy comunes las parcelas de reducidas dimensiones, irregulares y con malos accesos, complicados o impracticables para el uso de los tractores (es el caso, p.ej., de los cultivos en terrazas en laderas de montañas, o en pequeños bancales). Las dimensiones de estas parcelas no justifican la adquisición de un tractor (no resultaría rentable); máquina que además sería excesivamente aparatosa y poco práctica para desenvolverse con agilidad en estas condiciones. Todo lo contrario sucede con los motocultores, que resultan más apropiados por su tamaño y capacidad de maniobra.

Atendiendo a criterios económicos, la rentabilidad de los motocultores está asegurada en las pequeñas explotaciones, donde el volumen de trabajo está acorde con la inversión: compra del mismo y los costes de utilización.

Las motosegadoras son una de las máquinas más características en la agricultura de montaña; pues, debido a sus particularidades permiten el corte de la hierba, incluso en los terrenos más abruptos (20).

Las máquinas comercializadas en la actualidad, generalmente poseen motores de gasolina de un cilindro; en contraposición a las dotadas de motores de ciclo diésel, que utilizan gasoil (principalmente por motivos de peso). Otra de las innovaciones de estas máquinas ha sido la fabricación de motosegadoras de transmisión hidrostática, mediante las cuales el operario puede ajustar la velocidad de avance de la máquina a conveniencia, en un rango que varía entre los 0 y 8 km/h en ambos sentidos. Este tipo de transmisión facilita el manejo de la máquina, pues se evita el escalonamiento de velocidades típicas de las segadoras de transmisión mecánica.

En cuanto al peso y las dimensiones cabe mencionar que varían considerablemente, en función de los modelos, por lo que existen máquinas más ligeras (100 a 130 kg de masa) y más pesadas, que pueden alcanzar 400 kg (ver Tabla 2). En general, la idoneidad para su empleo en montaña disminuye conforme aumenta su masa; debido a esto, los modelos más idóneos son más ligeros. Por el contrario, la potencia y la versatilidad de las máquinas más grandes es superior y es por ello posible colocarles diferentes implementos, aparte de las barras de corte. Las potencias disponibles en el eje de las ruedas motrices o en el eje de azadas son muy inferiores a las potencias nominales que se indican por los fabricantes, y que se refieren al motor libre.

Tabla 2. Potencia y peso de motocultores y moto azadas (22).

Máquina	Potencia, kW	Masa, kg
Motocultores	7 - 16	100 - 400
Moto azadas	3 - 7	50 - 100

Para el empleo de estas máquinas en zonas muy escarpadas es usual colocar una doble rueda a cada lado de éstas. Dichas ruedas pueden ser convencionales (como las que traen de serie las propias máquinas) o pueden ser metálicas (Fig. 3), en cuyo caso poseen dientes y púas que impiden el deslizamiento lateral de las mismas. El acople de esta doble rueda a la rueda principal se produce mediante diferentes métodos (mediante manivela, tornillos, etc.).



Fig. 3. Motosegadora Rapid Rex (23).

Hay otras alternativas que podrían ser viables en determinadas situaciones agrícolas, como pueden ser los pequeños tractores de cadenas, que son la base de la mecanización en algunas zonas de Italia, especialmente para la viticultura de montaña (Fig. 4) (12).

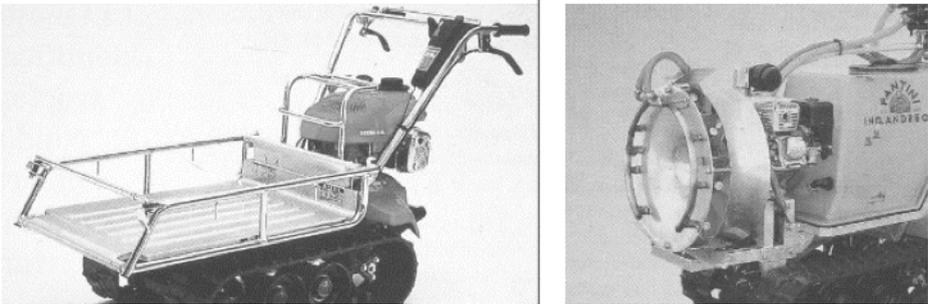


Fig. 4. Motocultores con esteras (12)

Con el fin de minimizar los riesgos de vuelcos y aumentar los gradientes máximos permitidos, se consideran dos planteamientos (24).

Una primera solución viene dada por la aplicación de un bajo centro de gravedad de los tractores. Es particularmente interesante para los tractores especializados que tienen que operar en terrenos con pendientes pronunciadas. Desde un punto de vista operativo, la baja gravedad permite la maximización de la estabilidad (incluso en el caso de equipos pesados) y de tracción; sin embargo, este tipo de vehículos a menudo sufren de baja maniobrabilidad y accesibilidad limitada. Una solución alternativa es el uso de vehículos autonivelantes (25-28), que puede mantener su posición siempre en un estado cuasi-horizontal. Tales sistemas se logran típicamente con actuadores electrohidráulicos que permiten un ajuste lateral de la máquina en diferentes gradientes del suelo. La información se compone principalmente de patentes (29), y su importancia se demuestra por una serie de aplicaciones, tanto en la agricultura y los campos forestales (cosechadoras, máquinas tala, etc.) (30).

Los costos pueden reducirse y, al mismo tiempo, mejorar la maniobrabilidad teniendo en cuenta la solución del uso de tres ruedas. De hecho, tener tres ruedas que pueden ser accionadas de forma independiente (girado, levantado o extendido) permite la máxima flexibilidad cuando se conduce en condiciones inclinadas o estrechas. La complejidad puede reducirse aún más si se utiliza el

accionamiento hidráulico para todos los movimientos requeridos (30).

A continuación, se relacionan los elementos que pueden mejorar la seguridad en los motocultores para el trabajo en zonas de alta pendiente: transmisión hidrostática con mandos en la manquera, inversor hidráulico de la marcha, diferencial mecánico con bloqueo, diferencial hidráulico con dirección asistida, frenos con accionamiento independiente en cada una de las dos ruedas, freno de estacionamiento, conexión hidráulica de la toma de fuerza, acoplamiento rápido de los implementos, mandos de control integrados en las manceras y manceras regulables en altura y lateralmente (20, 31, 32).

Desde la perspectiva de fomentar la mecanización de la agricultura en zonas en desarrollo, las empresas de servicio con apoyo público son una forma de incentivar y propiciar el desarrollo de la mecanización en estas zonas, todo lo cual permite la familiarización y formación de los que reciben los servicios, a través de la utilización y mantenimiento de la maquinaria, lo que conlleva, a su vez, a que los costos sean aceptables (12).

4. Conclusiones

Más del 70 % de la tierra cultivable de la región sierra del Ecuador se distribuye en Unidades de Producción Agropecuarias (UPA) de menos de 5 ha, la extensión media de las UPA de la provincia de Chimborazo es de 2,5 ha; al ser esta provincia la de mayor peso de producción en el país, sobre todo en cultivos de ciclo corto (fundamentalmente cereales, legumbres, hortalizas y tubérculos).

Las zonas agrícolas de la provincia de Chimborazo presentan, casi en su totalidad, pendientes que oscilan entre el 12 % y el 50 % de inclinación, por lo que la fuente de tracción que se diseña debe adecuarse a estas condiciones.

Los cultivos principales en la agricultura familiar desarrollada en pequeñas extensiones de terreno son: papa, maíz suave choclo, cebada, fréjol, trigo, quinua y chocho.

Los motocultores resultan más apropiados, por su tamaño y capacidad de maniobra, para el trabajo en las UPA de la región sierra ecuatoriana. Las principales soluciones para la mecanización de parcelas pequeñas con terrenos inclinados son: el uso de doble ruedas, ruedas de pendiente, equipos de tres ruedas y autonivelantes.

Los requerimientos obtenidos como resultado de la presente investigación deben servir como punto de partida para el diseño y/o rediseño de fuentes de tracción para el trabajo en la zona alto andina del Ecuador, así como para la adquisición de nueva maquinaria para este destino por parte de los importadores.

Referencias

1. MAGAP. Manual de Procedimientos del Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica, Participativa y Productividad Agrícola -PITPPA. Quito: s.n., 2014.
2. —. La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025. Parte II. Quito: s.n., 2016. pág. 322.
3. —. La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025. Parte I. Quito: MAGAP, 2016.
4. Carrera Vinuesa, Hugo Paúl. Proyecto de prefactibilidad para la importación de tractores agrícolas desde el mercado brasilero al mercado ecuatoriano, periodo 2006-2015. Quito: s.n., 2007. Tesis en opción al título de Ingeniería en Comercio Exterior e Integración.
5. MAGAP. Present and Future of Agricultural Mechanization in ECUADOR. 2016. pág. 21.
6. Castro, J.L.R. Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador. s.l.: Universidad de Concepción, 2004.

7. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Arias de Manejo Integrado del Cultivo de Arroz en los Sistema de Riego y Secano. Yaguachi - Ecuador: s.n. Informaciones Anuales del Departamento de Malezas 1981-2005. Estación Experimental Boliche, Departamento de Protección Vegetal.
8. Sánchez López, Andrea Patricia. oyecto de factibilidad para la importación y comercialización de una nueva línea de neumáticos destinada al sector agrícola caso práctico transllantas s.a. Quito: s.n., 2013. Disertación de grado previa la obtención del título de Ingeniería Comercial.
9. INEC, MAG-SICA. III Censo Nacional Agropecuario: Resultados Nacionales – Incluye resúmenes provinciales. Volumen 1.2. Quito-Ecuador: s.n., 2002.
10. Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Chimborazo. Atlas Cartográfico. 2011.
11. SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). Agenda Nacional para el Buen Vivir: Propuestas para el Desarrollo y Lineamientos para el Ordenamiento Territorial en la Zona 3. 2010.
12. Márquez, Luis. La mecanización agrícola en pequeñas propiedades rurales. 2010. IX Congreso Latinoamericano y del Caribe en Ingeniería Agrícola – CLIA 2010. pág. 18.
13. Sauter, J., Latsch R. Operating limits to mechanisation in mountain areas. Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. 2011, págs. 55-57.
14. Cuaderno para el debate, [ed.]. Concentración de la tierra y orientación productiva: ejes a cambiar para una real política transformadora en el Ecuador. 5. Quito: s.n., 2011.
15. Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad. Agendas para la Transformación Productiva Territorial: Chimborazo. Quito: s.n., 2011.
16. CENEMA-INIFAP. www.inifap.gob.mx. [En línea] 2014. [Citado el: 7 de 3 de 2014.] [www.inifap.gob.mx/.../Protocolo_de_motocultores,_PPM-C0408_3%20\(1\).pdf](http://www.inifap.gob.mx/.../Protocolo_de_motocultores,_PPM-C0408_3%20(1).pdf).
17. FAO. Ecuador. Nota de análisis sectorial. Agricultura y Desarrollo Rural. 2009.
18. PRO ECUADOR. Guía Comercial de la República del Ecuador. Quito: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2013.
19. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2012. Quito: s.n., 2013. pág. 23.
20. Ministerio del medio ambiente, medio rural y marino. Proyecto piloto para valorar la adaptación de máquinas específicas de producción y recolección de forrajes en zonas de montaña y para el establecimiento de una guía de buenas prácticas. FASE II. Recopilatorio de maquinaria de montaña. España: s.n., 2011.
21. Blog TECNOS. Uso y funcionamiento del motocultor. [En línea] 2012. <http://blogtecnos.blogspot.com/2012/09/uso-y-funcionamiento-del-motocultor.html>.
22. Gutierrez, Fernando Gabriel. Construcción y evaluación de un banco de pruebas para la toma de fuerza de motocultores. MÉXICO: s.n., 2011. Tesis presentada en opción al título de INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA.
23. Rapid Technic AG. Single-axle walk-behind tractors. [En línea] <http://www.rapid.ch/en/agriculture-services/single-axle-appliances/single-axle-walk-behind-tractors>.
24. Ahmadi, I. Dynamics of tractor lateral overturn on slopes under the influence of position disturbances (model development). 48, s.l.: Journal of Terramechanics, 2011, págs. 339-346.
25. Q. Gao et al. Design and development of a variable ground clearance, variable wheel track self-leveling hillside vehicle power chassis (V2-HVPC). 56 , 2014 , Journal of Terramechanics, págs. 77–90.
26. Heiler, Benjamin, Morhard, Jörg y Ströbel, Markus and Köller, Karlheinz. Driving-dynamic characteristics of a studded roller-wheel compared to an agricultural tire. 3., 2012, Landtechnik, Vol. 67, págs. 179–183.

27. B. Mashadi, H. Nasrolahi. Automatic control of a modified tractor to work on steep side slopes. 46, 2009, Journal of Terramechanics, págs. 299–311.
28. Ditsch, D.C. et. al. Managing Steep Terrain for Livestock Forage Production. College of Agriculture, University of Kentucky. 2006. pág. 12.
29. Solbrack, D. & Schafer, S. Tilting implements and constructions for hillside implements such as hillside combine harvesters. 2010.
30. Marinello, Francesco et. al. Analysis and testing of a three-wheeled self-leveling prototype tractor. Zurich: Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, 2014.
31. PASCUALI. tractorespasquali.com. Consejos para comprar un motocultor. [En línea] 2013. <http://lt.tractorespasquali.com/blog/post/consejos-para-comprar-un-motocultor>.
32. Ministerio del medio ambiente, medio rural y marino. Guía técnica. Seguridad en el trabajo con maquinaria agrícola en zonas de montaña. España: s.n., 2011.

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS, CON CONTROL AUTOMÁTICO EN LA AVÍCOLA GANAZHAPA, PARROQUIA TAQUIL DE LA CIUDAD DE LOJA”

(IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE OF ARTIFICIAL INCUBATION OF EGGS, WITH AUTOMATIC CONTROL IN THE AVANTA GANAZHAPA, PARK OF TAQUIL CITY OF LOJA)

J, Orozco(1), J. C, Ganazhapa(1), E, García(1), C, Santillán(2), J, Moyano(2)

Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

*Correspondencia: Tel.: 0995944654, jhonny.rozco@epoch.edu.ec (J, Orozco), Tel.: 0992795469, jc-4d2g@gmail.com (J. C, Ganazhapa)

RESUMEN

El presente artículo muestra un sistema de incubación artificial para huevos de aves de corral, mediante Arduino. El equipo tiene un panel de control con dos pantallas de cristal líquido y paneles de configuración basados en pulsadores electrónicos en el lado izquierdo y potenciómetros analógicos rotativos en el lado derecho del panel de control. La temperatura interna se consigue con una niquelina de calefacción de aire de 250 vatios, mientras que la humedad se obtiene con la vaporización forzada de agua que se logra por una niquelina de calefacción sumergida de 700 vatios a 110 voltios de corriente alterna. Mediante el uso de los sensores DS18B20 y DHT22, se evalúa el prototipo mediante pruebas con el sistema en pleno funcionamiento cubriendo un rango de medición de temperatura entre 35,5 y 50 °C y de humedad relativa de 25 al 100% con resoluciones de 0.1°C y 0.1% RH, respectivamente. El usuario tiene la posibilidad de configurar la cantidad de días a incubar, así como el control del giro o rotación de los huevos, observando en tiempo real los valores de temperatura, humedad relativa, y días transcurridos desde la colocación de los huevos hasta la eclosión de los pollitos.

Palabras clave: Eclosión, Incubadora, Huevos, Temperatura, Volteo

ABSTRACT

The present article shows an artificial incubation system for poultry eggs using Arduino. The equipment has a control panel with two liquid crystal displays and configuration panels based on electronic pushbuttons on the left side and analog rotary potentiometers on the right side of the control panel. The internal temperature is achieved with a 250-watt air heating nickel, while moisture is obtained by the forced vaporization of water which is achieved by a submerged heating nickel of 700 watts at 110 volts of alternating current. By using the DS18B20 and DHT22 sensors, the prototype is evaluated by means of tests with the system in full operation covering a range of temperature measurement between 35.5 and 50 °C and relative humidity of 25 to 100% with resolutions of 0.1 °C and 0.1% RH, respectively. The user has the possibility to configure the number of days to be incubated, as well as the control of the rotation or rotation of the eggs, observing in real time the values of temperature, relative humidity, and days after the laying of the eggs until hatching Of the chicks.

Key words: Hatching, Incubator, eggs, temperatura, sensors, position of the egg

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos muy remotos, las aves han constituido una importante fuente de alimentación para los seres humanos, debido a A través de los años el consumo de aves se ha ido incrementando, lo que ha generado la necesidad de buscar una alternativa para multiplicar la producción avícola, es así como el ser humano comienza a incubar los huevos de manera artificial.

Azcoytla (2009), sostiene que Egipto fue el primer pueblo en incubar artificialmente huevos en lugares semi-subterráneos mediante el calor producido por el estiércol de camello, más adelante esta técnica se fue mejorando dando origen a lo que actualmente se conoce como incubadora eléctrica, que se refiere a un dispositivo que tiene la función común de crear un ambiente con la humedad y temperatura adecuadas para el crecimiento o reproducción de seres vivos. Actualmente, las incubadoras son utilizadas en el campo avícola para una mayor producción de aves, principalmente de pollos y codornices, sin embargo, los medios de incubación no siempre son los idóneos para tal propósito. (1)

El diseño y construcción de este prototipo para incubación, a más de la implementación y adaptación del equipo para funcionamiento ininterrumpido en condiciones favorables o no, comprende un estudio de los parámetros más influyentes en el proceso de incubación y su importancia o prioridad dentro del mismo.

Los parámetros de control dentro de la incubadora artificial son la temperatura, humedad relativa, ventilación y volteo; variables físicas controladas de manera autónoma e interrelacionadas por hardware y software a través de Arduino. (2) Para la temperatura se utiliza controles pwm con un bloque de segmento de níquelina de calefacción de aire de 250W en configuración mixta (serie-paralelo), así como dispersores de calor (ventiladores) de 12Vdc. De igual forma para la generación de humedad relativa se utiliza un bloque de segmento de níquelina calefactora de agua de 700W, el mismo que genera humedad caliente dentro del sistema de incubación. (3)

La ventilación reemplaza el aire combustionado (Dióxido de carbono CO₂) proveniente del embrión en desarrollo dentro de los compartimientos de incubación y eclosión, por aire puro (21% de oxígeno), para lo cual se permite la circulación libre de aire a través de dos orificios ubicados en la puerta de la incubadora. El orificio derecho cuenta con un ventilador, el mismo que ayuda a la absorción y reposición de aire del medio externo mientras que por el orificio ubicado al lado izquierdo se expulsa el aire combustionado. (4)

Para el control de volteo se debe construir un mecanismo a base de un servomotor cuyo torque máximo es de 15kg y unas bandejas en las cuales se colocarán los huevos; el servomotor permite una transmisión a baja velocidad y gran torque para soportar el peso de los huevos.

En este sistema se utiliza la programación en Arduino, la cual permite además del control del volteo de los huevos, controlar el tiempo máximo que el sistema debe estar ejecutándose antes de entrar en una etapa de receso, según el tipo de ave que se vaya a incubar, antes de su eclosión. Por último, el equipo permite la comunicación usuario-máquina y configuración de parámetros en tiempo de ejecución a lo largo de todo el proceso, así como también incluye señalización visual y pulsadores para iniciar y/o detener el sistema en caso de fallas imprevistas.

2. MÉTODO Y MATERIALES

El presente proyecto tiene como finalidad principal construir una máquina prototipo para la incubación artificial de huevos de aves de corral, la cual sea totalmente automática y con capacidad inicial de 96 huevos de gallina y 384 huevos de codorniz.

Para realizar el proyecto y con la finalidad de aplicar la implementación final de un sistema de incubación artificial en una empresa avícola, se hizo uso exclusivo de un software de diseño

CAD como lo es “BricsCAD V17 for Linux” el cual nos brinda una perspectiva 3D del sistema ensamblado, además el uso del sketch Arduino y la utilización de su hardware Arduino UNO R3, se implementaron métodos de medición de temperatura y humedad relativa bajo el uso de los sensores DS18B20 y DHT22, para medición de temperatura y humedad. Respectivamente. El equipo final se construirá en una plancha de madera contrachapado triplex de 9mm de espesor. Se logran temperaturas muy precisas de 37.5 y 37.6 °C y valores de humedad relativa de 54, 55 y 56%.

2.1. Variables del diseño.

Período de incubación. - Varían de 11 días a 85 días, algunas especies comienzan a incubar con el primer huevo, de modo que los polluelos eclosionan a tiempos diferentes. Los períodos de incubación varían de especie a especie, sin embargo, para huevos de gallina y codorniz, en la práctica siempre se emplean los mismos periodos de tiempo de incubación (21 días aproximadamente)
 Manejo en la incubadora. - En el manejo se mencionan: “antes de cargar los huevos en las máquinas de incubación, deben pasar por un período de pre-calentamiento, con objeto de evitar un cambio brusco de temperatura entre la mantenida en la sala de conservación y la de las máquinas de incubación, lo que daría lugar al “sudado” de los huevos.”(5).

Control de la temperatura. - “La temperatura de incubación de las especies domésticas se sitúa en un estrecho margen, entre los 37 y los 38°C. Para las gallinas en concreto, la temperatura ideal de incubación es de 37,5 a 37,7°C”. (6)

Humedad relativa. - “La humedad en donde se desarrolla la incubación requiere un riguroso control, en virtud de obtener una óptima tasa de eclosión y un tamaño correcto del polluelo, la utilización de sistemas de humidificación para obtener el oxígeno del que se alimentan los embriones durante la incubación debe situarse entre el 50 y el 60% (7).

Posición y volteo de los huevos. - “Los huevos se deben de colocar con la parte grande hacia arriba para obtener mejores resultados. El volteo tiene como finalidad impedir que el embrión en su desarrollo se adhiera a la parte interna de la cáscara, pudiendo provocarse la muerte del mismo; los huevos se deben voltear al menos cuatro veces durante un período de 24 horas y voltearse en un plano imaginario vertical de 90 grados lo más suavemente posible”. (8, 5, 9).

Ventilación. - “Ya que el embrión en desarrollo recibe oxígeno de la atmósfera y libera dióxido de carbono, debe incorporarse a la incubadora la capacidad de ventilación.

Mientras más huevos haya en el compartimiento de la incubadora y más viejo sea el embrión, más oxígeno se va a requerir” (5).

2.2. Diseño del equipo.

El sistema prototipo de incubación artificial con control automático, Fig. 1, consta de cuatro partes fundamentales en el diseño y la construcción del mismo.

1. Cuerpo o chasis interior
2. Cuerpo o chasis exterior
3. Volteador para colocación y posterior giro de los huevos
4. Cajón para colocación de pollitos o aves bebés, luego de su eclosión.

Tiene un panel de control mediante pulsadores electrónicos y potenciómetros rotativos con dos visualizadores de estados basados en el uso de dos pantallas de cristal líquido LCD 16x2

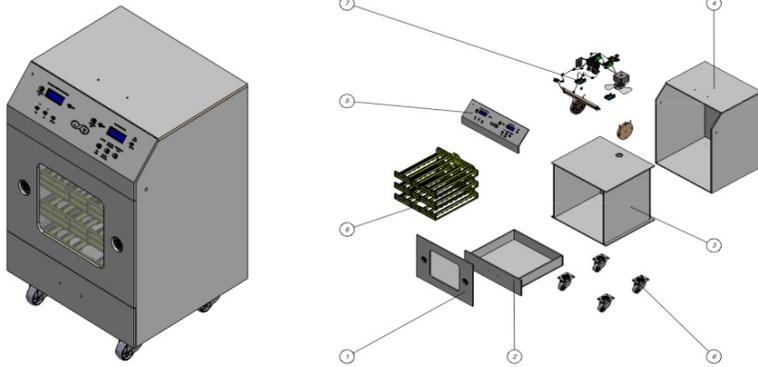


Fig. 1. Equipo y diagrama de explosión de incubación artificial de huevos de aves

2.3. Diagrama de explosión.

El diagrama de explosión de la Fig. 1, tiene como objetivo la visualización de todos los elementos que conforman la incubadora de huevos, para comprender de mejor manera la disposición y la función que ejercen dentro del sistema.

1. Puerta: La puerta es un ensamble de madera y vidrio transparente, con dos placas de malla de aluminio. Contiene dos orificios que sirven para la reposición del aire desde el exterior y la eliminación del aire combustionado desde el interior de la cámara de incubación, respectivamente.

2. Nacedora: Sirve para colocar los huevos cuando estos hayan cumplido 18 días de incubación, aquí eclosionarán los pollitos a partir del día 21, según sea la incubación del tipo de ave, a la cual se haya programado el tiempo de volteo total.

3. Chasis interior: También denominado cámara de incubación, tiene la característica principal que las paredes internas están forradas con cinta adhesiva de aluminio, con el fin de permitir la conductividad térmica en el interior, la cual es producida por las bobinas de calefacción de aire y agua. Además, dentro están colocados los ventiladores, los elementos de calefacción, los volteadores de huevos, el recipiente con agua y los sensores de humedad y temperatura. En las paredes externas (laterales y posteriores) de la cámara, se encuentran láminas de poliestireno expandido (espumaflex) de 20 mm de espesor, los cuales tienen la función de ayudar a mantener la energía calorífica del interior de la cámara, logrando que el sistema tenga pérdidas mínimas de calor hacia el exterior.

4. Chasis exterior: Es la parte externa visible de la máquina de incubación, está colocada sobre la cámara de incubación atornillada en ciertos puntos para facilitar el mantenimiento del equipo. Aquí se colocan el tablero de control, el circuito eléctrico y electrónico, la puerta y los visualizadores de las variables a controlar.

5. Tablero de control: Comprende el lugar en donde están instalados los elementos de configuración para los parámetros indicados (pulsadores, potenciómetros) y los visualizadores LCD 16x2.

6. Ruedas giratorias: Sirven para mejorar la transportabilidad el equipo ensamblado.

7. Circuito de control: Comprende todas las conexiones eléctricas y electrónicas para el control del sistema de incubación.

8. Volteador: El lugar en donde se colocarán los huevos y el que brinda el cambio de posiciones de los huevos en un ángulo de 45°, en una vertical imaginaria.



Fig. 2. Equipo final de incubación artificial de huevos de aves

3. RESULTADOS

Respecto a los costos totales que tiene la construcción de este prototipo, estos ascienden a un valor de mil seiscientos treinta y dos dólares y cuarenta y ocho centavos (1.632,48 USD).

Además, debido a que las ejecuciones de las pruebas de fiabilidad del prototipo son del tipo experimental y aplicativo, se realizaron dos pruebas del sistema en pleno funcionamiento.

La recolección de los datos se dio de tal modo que, a partir de la semana 5 del inicio del proyecto.

Prueba 1.- El primer paso fue introducir los huevos en la incubadora. La primera fase de incubación se llevó a cabo mediante la colocación de 4 lotes de huevos para la incubación

- Lote No. 1: 6 huevos de gallina el día 14 de noviembre de 2016.
- Lote No. 2: 3 huevos de gallina el día 15 de noviembre de 2016.
- Lote No. 3: 12 huevos de gallina el día 16 de noviembre de 2016.
- Lote No. 4: 15 huevos de codorniz el día 16 de noviembre de 2016.

Los días tres, cinco y siete de la incubación se realizó la ovoscopia de todos los huevos, notando que:

- Del lote No. 1, dos huevos no eran fértiles, del lote No. 2 todos eran fértiles, del No. 3 cuatro eran infértiles, por lo cual se procedió a desechar dichos huevos.
- Del lote No. 4, todos los huevos eran infértiles, por lo cual se procedió a quitar los huevos de codorniz de la incubadora.
- En total, del día siete de adelante, se incubaban 15 huevos de gallina.
- Al final del día 18, se procedió a mover los huevos a la nacedora, el sistema de volteo de huevos se detuvo según la configuración. Se cambió la configuración de temperatura y humedad a 36.5°C y 70%, respectivamente, con el fin de que el cascarón sea suave y el pollito pueda picar con facilidad para su posterior nacimiento.
- El día 21, 05 de diciembre de 2016, alrededor de las 09H30 hasta las 11H30 eclosionó el primer pollito.
- El día 22, 06 de diciembre de 2016, alrededor de las 15H25 hasta las 23H48, eclosionaron cuatro pollitos.
- Hasta el día 24 se esperó la eclosión del resto de los huevos, sin embargo, no se dio; los embriones formados habían muerto dentro de su cascarón como se puede observar en la Fig. 3.



Fig. 3. Embrión de un ave

Posibles razones de la muerte embrionaria. - Se realizó un estudio técnico para analizar las posibles causas por las que los embriones hayan muerto. Para ello se analizaron todas las variables que el sistema controla:

- La temperatura fue demasiado variable durante el proceso, sobre todo porque se utilizó en bloque de segmento de niquelina de calefacción de aire de 1000W, lo cual causaba que la temperatura se eleve demasiado, llegando incluso a un valor máximo de 38.3°C y un mínimo de 36.7°C, tal como se puede apreciar en la Fig. 4, respectivamente.



Fig 4. Mayor menor de temperatura leída en el sistema de incubación

La humedad relativa también variaba con valores mínimos de 46% y un máximo de 54%, en este punto se utilizó un nebulizador ultrasónico para generar humedad fría dentro de la incubadora, estos valores se pueden apreciar a continuación.



Fig. 5. Valor mínimo de humedad relativa en el sistema de incubación



Fig.6. Valor máximo de humedad relativa en el sistema de incubación

El volteo de los huevos se realizó correctamente, durante un día de 24 horas, las cubetas de los huevos se voltearon cada dos horas, esto se repitió hasta el día 18 en el cual el sistema de volteo finalizó automáticamente según lo configurado.

La ventilación inicial no fue eficiente, debido a que se utilizó un ventilador de 38000 RPM a 110V, el mismo que generaba aire forzado en una sola dirección, enfriando los huevos desde la parte superior.

Durante el período de ovoscopia, se pudo observar que muchos de los huevos presentaban porosidad excesiva en su cascarón, otros tenían algunas fisuras, mientras que unos aparentemente no presentaban anomalías como muestra la Fig. 7.

Los valores excesivos de temperatura, hicieron que varios laterales de las bandejas volteadoras se quemaran y se deformaran; no es recomendable emplear un bloque de segmento de niquelina de 1000 W en este tipo de máquina para incubación artificial, debido a que el volumen interno es muy pequeño y la temperatura no se transmite uniformemente, es demasiado elevada y difícilmente se controla.



Fig.7. Huevo fértil

El sistema de incubación no es óptimo debido a que solamente eclosionaron cinco de 15 huevos fértiles, lo que significa un 33% de factibilidad de la máquina al momento de incubar los huevos. Como se puede observar, los niveles altos y muy bajos de temperatura y de humedad relativa, provocaron que el desarrollo embrionario se afectado. El 67% de huevos no eclosionaron, razón por la cual se procedió a realizar cambios de los elementos de generación de aire caliente y de humedad, para proceder a una nueva prueba del sistema.

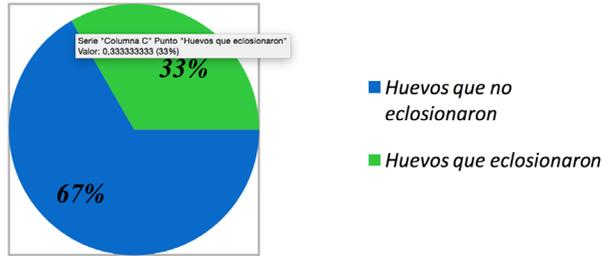


Fig. 8. Resultados de la primera prueba de incubación con el sistema en marcha durante el primer ciclo de incubación

Se sustituyó el bloque de segmento de níquelina de 1000W por unos de 250W, y el nebulizador ultrasónico de 24Vdc por un bloque de segmento de níquelina calefactora de agua de 700W.

Prueba 2.- A continuación, se presenta la tabla de la nueva prueba de incubación de huevos, tomando en consideración que, el primer día (miércoles, 13 de diciembre de 2016), se colocaron los huevos en un único lote de 90 unidades: 75 huevos de gallina y 15 de codorniz, respectivamente:

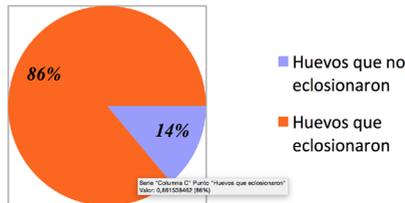


Fig.9. Resultados de la segunda prueba de incubación con el sistema en marcha durante el primer ciclo de incubación de huevos de gallina

Se realizaron cambios en los elementos que formaban parte del sistema de incubación artificial. El bloque de segmento de níquelina de 1000 W fue reemplazado por uno de 250 W, el cual genera una temperatura muchísimo más controlable y cuyos valores oscilan entre 37.5 y 37.6°C como valores mínimos y máximos en el sistema en pleno funcionamiento.

Para la generación de humedad se reemplazó el nebulizador ultrasónico por un bloque de segmento de níquelina de calefacción de agua de 700W, logrando que los valores oscilen entre 54.5 y 55.6% de humedad de aire caliente.

Se reemplazó el ventilador y se colocaron tres ventiladores pequeños de 12V y 12000 RPM ubicados en tres sectores dentro de la cámara de incubación, logrando que la circulación de aire y la reposición desde el exterior del mismo, sea más eficiente y mejor distribuida, ahora, el aire frío ya no choca directamente sobre los huevos.

Los días tres, cinco y siete, se realizó la ovoscopia de los huevos, notando que diez huevos de gallina y ocho de codorniz no son fértiles, razón por la cual se los retiró de la cámara de incubación. Al finalizar el día 18 (30 de diciembre de 2016), el sistema de volteo se detuvo según la configuración que se dio al inicio.

El día 21 y 22 (02 y 03 de enero de 2017), eclosionaron 56 pollos y cinco codornices de 65 huevos de gallina y siete de codorniz, respectivamente. Nueve huevos de gallina y 2 de codorniz no eclosionaron, los embriones murieron entre los tres últimos días de incubación.

La eclosión de un gran número de aves, significa un 80,58% de factibilidad que presenta la máquina para realizar la incubación de huevos de aves.

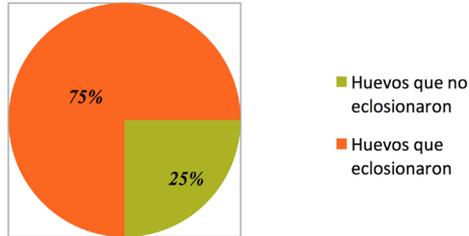


Fig.10. Resultados de la segunda prueba de incubación con el sistema en marcha durante el primer ciclo de incubación de los huevos de codorniz

El valor porcentual final se obtuvo del promedio de la suma algebraica de los porcentajes de incubación de los dos tipos de huevos de aves que se indican en la Fig. 10.

Por último, los resultados obtenidos en la eclosión de los huevos se muestran en la fig 11 y fig 12, considerando su etapa de adaptación al ambiente.



Fig. 11. Eclosión de las aves



Fig. 12. Ambientación y alimentación de las aves

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es necesario el conocimiento previo sobre los tiempos de incubación de los huevos de las distintas especies de aves de corral que se vayan a incubar, con ello, se podrá configurar el equipo para que cumpla con el objetivo del avicultor o del usuario que utilice el equipo.

Se debe realizar el pre-calentamiento de la cámara de incubación, alrededor de 20 minutos antes de colocar los huevos para incubarlos; con esto se evitará que un bajo o alto valor de temperatura y/o humedad, hagan que no se pueda desarrollar el embrión en las primeras horas de la colocación en la máquina.

Realizar la limpieza y desinfección manual del equipo luego de cada período de incubación, así se conseguirá que cuando se coloquen nuevos lotes de huevos, estos no se contaminen y el embrión se desarrolle con normalidad.

Mover los huevos hacia la nacedora, según la especie de ave, días antes de su eclosión, para evitar que el pollito dentro del huevo se asfixie. Con esto se logrará que el pollito se acomode esos días para su posterior nacimiento.

Elevar la humedad dentro del equipo los días en los que los huevos se han colocado en la nacedora, en el mismo instante se debe disminuir el valor de control de la temperatura a 36.5°C y la humedad elevarla a 70%, con el fin de que los cascarones se suavicen y el pollito no tenga complicaciones al momento de eclosión.

Cambiar el agua del tanque exterior con cierta periodicidad para entregar liquido no contaminado dentro del equipo, así mismo, se deberá realizar una limpieza del recipiente interno a la mitad del período de incubación para que se pueda otorgar aire húmedo sin contaminantes.

5. CONCLUSIONES

Se diseñó y se construyó el prototipo de incubación artificial en plancha de madera triplex de 9mm de espesor, el mismo que tiene un forrado interno con láminas adhesivas de aluminio. Las dimensiones del equipo son, alto: 710 mm, ancho: 570 mm y fondo: 510 mm. Es un equipo funcional y de fácil utilización y configuración; es una máquina que en las pruebas realizadas aporte el 84% de incubabilidad de huevos de gallina.

Se implementaron técnicas de control por software para la temperatura y humedad relativa mediante el empleo de un sensor digital de temperatura DS18B20 y el sensor DHT22, para el control por software de temperatura y humedad, respectivamente.

Los valores de temperatura y humedad que se controlan en la cámara de incubación, oscilan entre los 37.5°C y 37.6°C y el 54% y 57%, en temperatura y humedad, respectivamente, para huevos de gallina durante todo el ciclo de incubación.

Los rangos de configuración de temperatura y humedad del sistema son regulables, debido a que el prototipo sirve para la incubación de varios especímenes de aves de corral.

El volteo de los huevos se realizó durante los primeros 18 días con un total de 204 volteos de las bandejas en ese período de tiempo. El volteo ayudó a que los embriones no se adhieran a las capas internas del cascaron del huevo con lo cual, se disminuye sustancialmente la tasa de mortalidad de los embriones en su desarrollo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Colectivos De Autores. Manual Tecnológico para la cría de Aves - Reproductores Ligeros y sus reemplazos. - Ponedoras y sus reemplazos. [Citado 12 diciembre 2016]. 1ra Ed. Colombia: Impresiones Minag. Disponible en: http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=699&cf_id=24, 2008, pp. 10.

2. Arduino.Cc, Frequently Asked Questions. ARDUINO. [Citado 8 julio 2016]. Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ>
3. Aosong Electronics. Datasheet: DHT22 Digital-output relative humidity & temperature sensor/module. [Citado 28 julio 2016]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>.
4. Quituizaca, I.J. Instalación y evaluación de una incubadora modelo para la facultad de ciencias pecuarias. Trabajo de Titulación. Riobamba, Ecuador: ESPOCH. [Citado 16 julio 2016] Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5258/1/TESIS.pdf>, pp. 12-48.
5. Ecured. Incubación. EcuRed. [Citado 12 de Julio 2016]. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/index.php/Incubaci%C3%B3n>
6. Sauveur, B. El Huevo Para Consumo: Bases Productivas. 1ra. ed. Madrid - España: Ediciones Mundi-Prensa, 1993, pp. 196-210.
7. Ensminger, M.E. Producción Avícola. 1ra. ed. Buenos Aires: EL ATENEO, 1976, pp. 108, 181-190.
8. Buxade, C.C. La Gallina Ponedora. Sistemas de explotación y técnicas de producción. 3ra. Ed. Madrid - España: Ediciones Mundo Prensa., 1987, pp. 146.
9. Durán Ramírez, F. Volvamos al Campo - Manual de Explotación en Aves de Corral. 1ra. Ed. Bogotá - Colombia: Grupo Latino Ltda., 2004, pp. 412.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES ROBUSTO EN LA DETECCIÓN DE DATOS ATÍPICOS MULTIVARIANTES EN ESTADÍSTICAS DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD

(MAIN COMPONENT ANALYSIS ROBUST IN THE DETECTION OF ATYPICAL MULTIVARIATE DATA IN INTEGRATED SECURITY SERVICE STATISTICS)

H, Mullo , A, Marcatoma

Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, hmullo@esPOCH.edu.ec
Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, jmarcatoma@esPOCH.edu.ec

ec

RESUMEN

Los datos atípicos perturban la tarea del analista de datos, pero proporcionan información valiosa acerca de fenómenos poco frecuentes, que puede conducir al descubrimiento de una realidad extrema. Este trabajo pretende detectar datos atípicos multivariantes mediante el Análisis de Componentes Principales Clásico y Robusto en estadísticas del Servicio Integrado de Seguridad del Ecuador. La metodología utilizada fue graficar los dos primeros componentes principales y posteriormente utilizar un mapa de valores atípicos, basado en Análisis de Componentes Principales Robusto, que se utiliza para distinguir entre observaciones regulares y tres tipos de datos atípicos multivariantes, utilizando el paquete rrcov del software estadístico R. Los resultados obtenidos permiten concluir que en los meses de enero y febrero del año 2014 la ciudad de Ambato presenta una realidad multidimensional influyente extrema, así también Babahoyo y Quito en los meses de febrero y marzo del mismo año y Samborondón en el mes de marzo de 2013, es decir en el primer trimestre de cada año existe un comportamiento diferente a los demás trimestres, según el enfoque de distorsión de correlación.

Palabras claves: Alta dimensión, dato influyente, distorsión de correlación, limpieza de datos

ABSTRACT

Atypical data disrupt the data analyst's task, but provide valuable information about infrequent phenomena, which can lead to the discovery of an extreme reality. This work aims to detect atypical multivariate data through the Analysis of Principal and Classical Robust Components in statistics of the Integrated Security Service of Ecuador. The methodology used was to graph the first two main components and later to use a map of atypical values, based on Robust Principal Component Analysis, which is used to distinguish between regular observations and three types of atypical multivariate data using the rrcov package of statistical software. The results obtained allow us to conclude that in the months of January and February 2014 the city of Ambato presents an extreme multidimensional influential reality, as well as Babahoyo and Quito in the months of February and March of the same year and Samborondón in the month of March 2013, ie in the first quarter of each year there is a different behavior to the other quarters, according to the correlation distortion approach.

Keys words: High dimension, influential data, correlation distortion, data cleaning

1. Introducción

Los datos atípicos no necesariamente son errores, pueden ser generados por un mecanismo diferente de los datos normales. (1) Sin embargo, pueden ser vistos como ruido que perturba la tarea del analista de datos, pero estos proporcionan información valiosa acerca de fenómenos poco frecuentes, que puede conducir al descubrimiento de conocimiento. (2)

El estudio de un dato atípico multivariante es básicamente más complejo que en el caso univariado. Una de las razones es que un atípico multivariante puede distorsionar no sólo las medidas de ubicación y escala, sino también los de correlación. Una segunda razón es que un atípico univariado se puede pensar típicamente como “aquel dato que se encuentra alejado del resto de los demás datos” o “el que sobresale en el extremo” pero tal concepto simple no es suficiente en dimensiones más altas. Una tercera razón es la variedad de tipos de atípicos multivariantes: por ejemplo, un vector puede ser defectuoso debido a un grave error en uno de sus componentes o debido a errores leves sistemáticos en todos sus componentes. La complejidad del caso multivariante sugiere que sería inútil buscar una técnica general de detección de datos atípicos. Un enfoque más razonable parece estar en diseñar procedimientos de detección específica de protección contra tipos de situaciones, por ejemplo, la distorsión de correlación. Estos procedimientos deben ser lo suficientemente baratos en el aspecto computacional para permitir la detección rutinaria en grandes conjuntos de datos. (3)

Sobre este tema se han realizado múltiples investigaciones, entre las cuales se encuentran trabajos tipo resumen (3), trabajos comparativos (4), trabajo de propuestas de una metodología (1), entre muchos otros.

Una técnica descriptiva multivariante que se puede utilizar para la detección de datos atípicos mediante el enfoque de distorsión de correlación es el Análisis de Componentes Principales Robusto (ACPR) el cual tiene como objetivo obtener los componentes principales que no están influenciados por datos atípicos. Esta técnica generalmente se basa en tres enfoques diferentes: (i) Tomar vectores propios de la matriz de covarianza o correlación estimados de manera robusta, (ii) Buscar la Proyección (BP) y (iii) Combinación de ambos. Hubert y Vanden Branden (2005) han propuesto el método Análisis de Componentes Principales Robusto (ROBPCA por sus siglas en Ingles) que pertenece al tercer enfoque que utiliza tanto la estimación robusta y BP. (5) El mismo que ha demostrado ser una técnica robusta, ya que puede soportar muchos tipos de atípicos, ahorrar tiempo de cálculo y es adecuada para datos cuando la dimensión p es mayor que el número de observaciones n . (6)

Este trabajo por tanto pretende detectar atípicos multivariantes mediante ROBPCA y Análisis de Componentes Principales (ACP) clásico en estadísticas del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, utilizando el software estadístico R.

2. Aspectos teóricos

2.1 Servicio Integrado de Seguridad ECU 911

Fue inaugurado el 06 de febrero de 2012 y constituye uno de los mayores logros en cuanto a seguridad en el Ecuador (7), la misma que coordina los servicios de emergencia utilizando tecnología de punta en sistemas y telecomunicaciones dando un uso eficiente de las instituciones como Policía Nacional, Bomberos, Ministerios de Salud, Gestión de Riesgos, Cruz Roja Ecuatoriana, IEES, Ministerio de Defensa, Ministerio del Interior, Ministerio Coordinador de Seguridad, Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (8)

Las estadísticas de los centros ECU 911 (Samborondón, Quito, Cuenca, Ambato, Machala, Portoviejo, Babahoyo, Esmeraldas y Santo Domingo) del país son una de las principales formas de medir la eficacia y funcionalidad del ECU 911. Esta herramienta ayuda a conocer la real magnitud de un incidente y enriquecer la toma de decisiones, evaluar el sistema y mejorar acciones para eventos futuros.

2.2 Dato Atípico

La definición de un valor atípico por lo general depende de los supuestos ocultos con respecto a la estructura de datos y el método de detección aplicado. Sin embargo, hay algunas definiciones generales que pueden hacer frente a diversos tipos de datos y métodos. Por ejemplo (9) define un valor atípico como “una observación que se desvía mucho de otras observaciones y despierta sospechas de que se ha generado por un mecanismo diferente”. En (10) indican que “una observación periférica, o atípico, es aquella que parece desviarse notablemente de otros miembros de la muestra cuando se genera”. Del mismo modo, (11) define un atípico como “una observación en un conjunto de datos que parece ser incompatible con el resto de ese conjunto de datos”.

La presencia de los valores atípicos en los datos puede ser debido principalmente a dos razones. Una de ellas es un error experimental, la otra es el carácter único de unos objetos o un determinado evento inusual que tuvo lugar. Ambos tipos de valores atípicos son importantes para ser identificados; sin embargo, la razón de su identificación es doble, ya sea para eliminarlos de los datos con el fin de obtener resultados correctos del análisis o para encontrar la explicación de las observaciones periféricas para comprender mejor el fenómeno estudiado. (5)

2.3 ROBPCA como técnica de detección de datos atípicos multivariantes

Del algoritmo ROBPCA solo indicaremos los pasos más importantes, para una descripción detallada de la técnica ver (12).

ROBPCA comienza por reducir el espacio de datos al subespacio afín abarcado por las n observaciones, mediante una descomposición en valores singulares de la matriz de datos centrados en la media. Si p es mucho más grande que n este paso ya produce una enorme reducción de dimensiones, sin perder información. A continuación, una medida de valor periférico se define para cada muestra mediante la proyección de todos los puntos en muchas direcciones univariantes a través de dos puntos de datos. En esta línea, la distancia normalizada de cada punto con el centro de los datos se determina. Para cada observación la distancia más grande a través de todas las direcciones se almacena y se le llama el valor periférico. Los h ($h > n/2$) puntos con valor periférico más pequeño se reúnen en un h -subconjunto H_0 y su matriz de covarianza Σ_0 se calcula empíricamente. La elección de h determina la robustez, así como la eficacia del método. Cuanto mayor sea h ROBPCA más preciso será, pero menos robusto. El valor predeterminado de h se establece igual al 75 % del número total n de observaciones.

Como estimación robusta inicial k -dimensional, ROBPCA considera el subespacio V generado por los k vectores propios dominantes de Σ_0 . Tenga en cuenta que la función de influencia de este estimador está limitada, como se muestra en (13). Para aumentar la eficacia se lleva entonces a cabo una primera ponderación. Todos los puntos de datos que están cerca de V reciben un peso de 1, mientras que las observaciones lejos de ella reciben un peso de 0. Donde la distancia ortogonal de cada observación se calcula como

$$OD_i = \|x_i - \hat{x}_{i,k}\| \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde $x_{i,k}$ es la proyección de x_i en el subespacio V_0 . En el siguiente paso todos los n puntos de datos se proyectan en V . Dentro de este subespacio una versión ligeramente adaptada del algoritmo FAST-MCD (14) se lleva a cabo con el fin de encontrar un centro robusto y una estimación de covarianza robusta de las muestras proyectadas. Esto significa que el algoritmo primero busca un h -subconjunto óptimo que contiene las observaciones h con un determinante de su matriz de covarianza empírica mínima. El centro μ_{raw} y la matriz Σ_{raw} de estas h observaciones se calculan. A continuación, un segundo procedimiento de ponderación se realiza para aumentar aún más la eficiencia del algoritmo. Los pesos se basan en la distancia robusta de cada punto con respecto a μ_{raw} y Σ_{raw} . Las muestras toman un peso de cero si su distancia robusta es demasiado grande. Las observaciones regulares reciben un peso de 1. Por último, el centro reponderado $\hat{\mu}$ y la matriz de covarianza $\hat{\Sigma}$ se determinan como la matriz de la media y de covarianza clásica de las observaciones ponderadas.

La última etapa de ROBPCA consiste en representar $\hat{\mu}$ y $\hat{\Sigma}$ en el espacio de datos p dimensional original. Los componentes principales robustos corresponden con los vectores propios de $\hat{\Sigma}$.

2.4 Tipo de valores atípicos según ROBPCA

Del ACP, se sabe que los valores atípicos pueden cambiar la dirección de los componentes principales (CP) y la exactitud del resultado. Para medir las observaciones periféricas en aplicaciones de ACP, se utiliza la distancia OD (Ec. 1) y la distancia de proyección al centro (SD) de cada observación i -ésima como sigue:

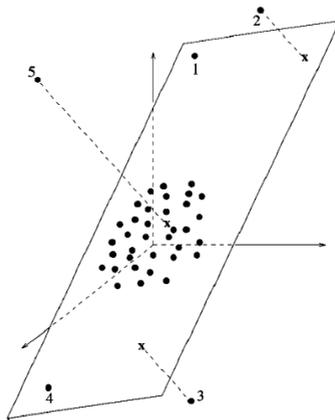
$$SD_i = \sqrt{\sum_{j=1}^k \frac{t_{ij}^2}{l_j}} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\sqrt{\chi_{k,0.975}^2} \quad (\text{Ec. 3})$$

En estas ecuaciones mencionadas anteriormente, t_{ij} representa la puntuación asociada a la j -ésima dimensión y l_j representa el j -ésimo valor propio a partir de k valores propios/vectores propios seleccionados. Observaciones cuyas SD y OD exceden el valor límite o umbral dado por la Ec. 3 se definen como datos atípicos en el espacio de CP. La notación de la Ec. 3 corresponde a la distribución chi-cuadrado para k CP con un 97,5 % de nivel de confianza. Utilizando las definiciones anteriores, los valores extremos se pueden clasificar en tres tipos. De acuerdo con la Fig. 1, el primer grupo es un conjunto de datos que se encuentra cerca del espacio ACP, pero lejos de las observaciones regulares (observaciones 1 y 4), y a este tipo se les llama buenos puntos de influencia. Al siguiente grupo se les llama valores extremos ortogonales cuya distancia ortogonal al espacio ACP es grande, pero no podemos apreciar esto cuando nos fijamos únicamente en su proyección (observación 5). Y, por último, a las observaciones 2 y 3 se les llama malos puntos de influencia que son datos que tienen una gran distancia ortogonal y cuya proyección sobre el subespacio ACP está alejada de las proyecciones típicas. (12)

Estas últimas observaciones son nocivas y puede ser deseable para realizar un buen análisis de datos, eliminarlas o disminuir sus efectos; es decir, el análisis se hace robusto. El término "robusto" indica que el aprendizaje a partir de los datos de entrenamiento contaminados todavía dará lugar a estimaciones aceptables. (5)

Fig. 1. Diferentes valores atípicos cuando un conjunto de datos tridimensional se proyecta en un subespacio ACPR en dos dimensiones.



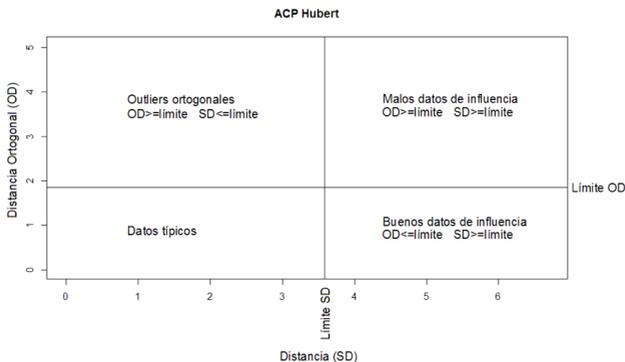
Fuente: Tomada de (12)

3. Materiales y Métodos

Mediante la utilización del paquete rrcov del software estadístico R, el cual contiene el método ROBPCA, se aplica, ACP clásico y ACPR, tomando los dos primeros CP y utilizando en la construcción, la matriz de datos estandarizada, debido a la existencia de mucha variabilidad en los datos.

Finalmente se visualizan las dos primeras CP y un mapa de valores atípicos (ver Fig. 2.), basado en ACPR para datos del ECU 911. Estas gráficas se utilizan para distinguir entre observaciones regulares y tres tipos de datos atípicos, para esto el mapa de valores atípicos basado en ACPR es más adecuado y es claramente diferente de la gráfica clásica: muestra un mapa de distancia-distancia, en lugar de puntuaciones o cargas. La idea principal de esta trama es caracterizar cada dato por dos distancias diferentes: OD, que indica la distancia entre la posición real de cada punto de datos y su proyección en el espacio de los primeros CP, y SD que mide la distancia de la proyección del dato hasta el centro de todas las proyecciones de los datos. Obviamente, tanto SD como OD dependen del número de CP utilizado.

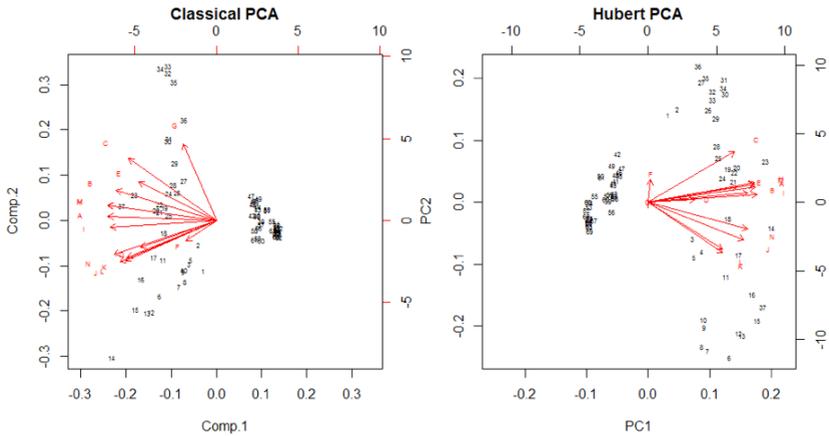
Fig. 2. Mapa de valores atípicos basado en ACP robusto.



4. Resultados

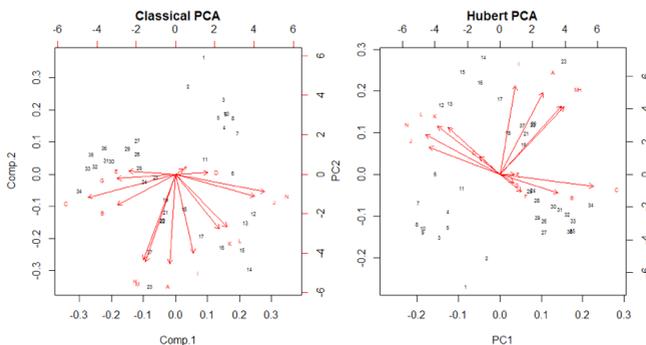
En este apartado, se presentan los principales resultados, al detectar datos atípicos multivariantes en estadísticas del ECU 911. Utilizando ACP clásico y ACPR tomando en cuenta las dos primeras componentes explican el 76,79 % y 94,75 % de la varianza respectivamente. Esto significa que el método robusto tiene más información usando la misma cantidad de CP, en comparación con el método clásico.

Fig. 3. Estadísticas centro ECU 911 Samborondón, Quito, Cuenca, Ambato, Machala, Portoviejo, Babahoyo, Esmeraldas y Santo Domingo: la solución ACP clásica se muestran a la izquierda, mientras al lado derecho ACPR.



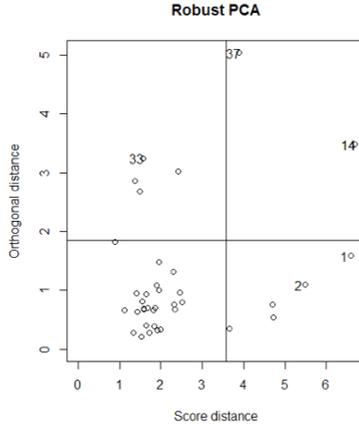
La inspección de los datos en la Fig. 3, muestra una clara agrupación de los elementos 1 a 37 por un lado y 38 a 74 por otro, siendo los primeros concernientes a estadísticas del centro ECU 911 Samborondón y Quito (poblados grandes) y el segundo por los centros Cuenca, Ambato, Machala, Portoviejo, Babahoyo, Esmeraldas y Santo Domingo (poblados moderados). Por lo tanto, se deben buscar datos atípicos para la primera agrupación y para la segunda independientemente.

Fig. 4. Estadísticas centro ECU 911 Samborondón y Quito.



Tratando de identificar datos atípicos multivariantes mediante la gráfica de cargas (ver Fig. 4), encontramos que en el caso clásico las observaciones 1, 2, 23, 33 y 34 tienen coordenadas extremas. Mientras que, en la versión robusta, aparte de las observaciones anteriores se detecta como puntuación extrema a 14. Ahora veremos si las observaciones anteriores efectivamente son atípicas multivariantes utilizando un mapa de valores atípicos basado en ROBPCA.

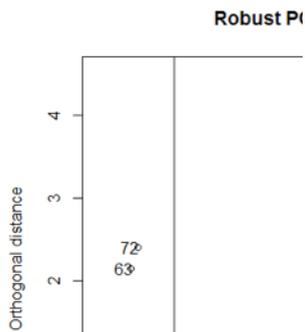
Fig. 5. Mapa de valores atípicos para estadísticas centro ECU 911 Samborondón y Quito, basado en un modelo ROBPCA cinco componentes.



De acuerdo con la Fig. 5, de diagnóstico basado en ROBPCA, la observación 33 es un valor extremo ortogonal, cuya distancia ortogonal al subespacio ACP es grande, esto no se puede ver cuando nos fijamos únicamente en su proyección. Las observaciones 1 y 2 se encuentran cerca del espacio ACP, pero lejos de las observaciones regulares, por tanto, son buenos puntos de influencia. Y, por último, los malos puntos de influencia, son las observaciones 14 y 37, estos son datos que tienen una gran distancia ortogonal y cuya proyección sobre el subespacio ACP está alejada de las proyecciones típicas. De esta manera ROBPCA detecta claramente datos atípicos multivariantes influyentes cuando PCA clásico no lo hace y tan solo detecta aquellas observaciones catalogadas como valores extremos ortogonales y buenos puntos de influencia.

Siguiendo con el análisis, al estudiar los poblados moderados, nuevamente existe agrupaciones, por un lado, los elementos concernientes a los centros ECU 911 Machala, Babahoyo, Esmeraldas y Santo Domingo y por otro lado Cuenca, Ambato y Portoviejo. Entonces, se buscarán datos atípicos para la primera agrupación y para la segunda independientemente, utilizando solo el mapa de valores atípicos.

Fig. 6. Mapa de valores atípicos para estadísticas centro ECU 911 Machala, Babahoyo, Esmeraldas y Santo Domingo en el lado izquierdo y Cuenca, Ambato y Portoviejo en el lado derecho, basado en un modelo ROBPCA cinco componentes.



En virtud de la Fig. 6, para el grupo de la ciudad de Machala las observaciones 63 y 72 son valores extremos ortogonal, la observación 68 es un buen punto de influencia y el mal punto de influencia es la observación 62. Mientras que para el caso del grupo de Cuenca la observación 42 es un valor extremo ortogonal, la observación 49 es un buen punto de influencia y por último, los malos puntos de influencia son las observaciones 50 y 51.

4. Conclusiones

El análisis de las estadísticas en los centros ECU 911 arroja que: en el año 2014 en los meses de enero [50] y febrero [51] la ciudad de Ambato presenta una realidad multidimensional influenciada extrema, así también Babahoyo y Quito en los meses de febrero [62] y marzo [37] del mismo año y Samborondón en el mes de marzo [14] de 2013, es decir en el primer trimestre de cada año existe un comportamiento diferente a los demás trimestres (malos puntos de influencia), según el enfoque de distorsión de correlación. De esta manera la idea de utilizar ROBPCA se presenta como una alternativa integral y fiable para hacer frente a los datos atípicos multivariantes, ya que detecta y clasifica tres tipos de datos atípicos donde el método clásico no es capaz, mediante un mapa de valores atípicos. Y su uso puede evitar muchas detecciones de falsos positivos como ya se vio al estudiar datos atípicos multivariantes mediante solo la proyección de las dos primeras componentes. Además, los resultados muestran que ROBPCA es capaz de explicar más porcentaje de la varianza que su contraparte ACP clásico, usando la misma cantidad de componentes principales, este beneficio hace que se tengan resultados más precisos al detectar datos atípicos.

REFERENCIAS

1. Amón I, Jiménez C. 2009. Hacia una metodología para la selección de técnicas de depuración de datos. *Avances en Sistemas e Información*. 6 (1): 185-189.
2. Zaher H, El-Fattah A, Shehata R. 2014. An Alternative Artificial Intelligence Technique for Detecting Outliers. *British Journal of Mathematics & Computer Science*. 4 (19): 2799-2810.
3. Gnanadesikan R. 1977. *Methods for statistical data analysis of multivariate observations*. New York: John Wiley. (No. 519.535 G571).
4. Pascoal C, Oliveira M, Pacheco A, Valadas R. 2010. Detection of outliers using robust principal component analysis: A simulation study. In *Combining Soft Computing and Statistical Methods in Data Analysis*. 77: 499-507.
5. Gharibnezhad F, Mujica L, Rodellar J. 2015. Applying robust variant of Principal Component Analysis as a damage detector in the presence of outliers. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 50: 467-479.
6. Engelen S, Hubert M, Branden K. 2016. A comparison of three procedures for robust PCA in

high dimensions. *Austrian Journal of Statistics*. 34(2): 117-126.

7. Presidencia de la República del Ecuador (2002). Sistema Integrado ECU 911. Recuperado el 4 de octubre de 2016, de <http://www.presidencia.gob.ec/discursos/>

8. Servicio Integrado ECU 911 (2016). Misión, Visión, Políticas y Objetivos de Calidad. Recuperado el 4 de octubre de 2016, de <http://www.ecu911.gob.ec/mision-vision-y-valores-del-ecu-911/>

9. Hawkins D. 1980. *Identifications of Outliers*, Monograph on Applied Probability and Statistic. Reading, London Chapman and Hall.

10. Barnett V, Lewis T. 1994. *Outliers in Statistical Data*, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics: Applied Probability and Statistics. New York: Wiley y Sons.

11. Johnson R, Wichern D. 2002. *Applied multivariate statistical analysis*. Upper Saddle River. 5(8).

12. Hubert M, Rousseeuw P, Vanden Branden K. 2005. ROBPCA: a new approach to robust principal component analysis. *Technometrics*. 47(1): 64-79.

13. Debruyne M, Hubert M. 2005. The Influence Function of Stahel-Donoho Type Methods for Robust PCA.

14. Rousseeuw P, Driessen K. 1999. A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator. *Technometrics*. 41(3): 212-223.

SISTEMA RADAR UTILIZANDO EL SENSOR KINECT PARA DETECCIÓN DE OBJETOS Y RECONSTRUCCIÓN DE PERFILES

(RADAR SYSTEM USING THE KINECT SENSOR FOR OBJECT DETECTION AND PROFILE RECONSTRUCTION)

H. O. Moreno Avilés^{1*}, R. Álvarez¹, S Shagñay¹, P.D. Moreno¹

1. Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

* Correspondencia: h_moreno@esPOCH.edu.ec (H.O. Moreno)

RESUMEN

Este trabajo presenta un Sistema Radar para la Detección y Reconstrucción de pequeños objetos sólidos utilizando el sensor Kinect, de SONY utilizado en el sistema de juegos XBOX. La aplicación se realizó con la herramienta framework Open-NI que permite el control del sensor Kinect en múltiples plataformas, la adquisición de datos fue mediante archivos mex. Estos archivos permiten obtener un vector de datos con la intensidad de reflexión de la onda transmitida por el dispositivo Kinect al detectar un objeto. Se consideró el nivel de intensidad más alto para determinar la posición perpendicular del objeto. El sistema se desarrolló con un movimiento manual del dispositivo a una resolución de 10 cm y desde una posición perpendicular de hasta 3 m del objeto. El prototipo desarrollado permitió la reconstrucción de objetos sólidos con dimensiones de hasta 1 m.

Palabras Clave: Sistema Radar, Detección, Kinect, reconstrucción

ABSTRACT

This work present a Radar System for detection and Reconstruction of small solids objects using the KINECT sensor, from SONY in the videogames XBOX. The application was made under the toolbook Open-NI framework that allows the control of the Kinect sensor by multiple platforms, acquiring data by mex files. These files let to obtain a data vector with the reflexion intensity of the transmitted wave from Kinect when an object is detected. It was considered the high level of intensity to detect the position in a perpendicular direction from the system. This system was development with a manual movement getting a resolution of 10cm and a perpendicular position of less than 3 meters from the target. The prototype developed let to get the profile of solids objects with maximum size of 1 m.

Keywords: Radar System, Detection, Kinect Sensor, Profile.

1. Introducción

En la actualidad la tecnología radar (Radio Detección and Ranging) detección y medición por radio. Ha sido utilizado para la detección de objetos en diferentes campos desde detección de un avión hasta detección de misiles. Su funcionamiento se basa en el proceso de recibir, detectar y procesar una onda electromagnética que refleja de un objeto para determinar su distancia, velocidad y dirección (1). Comúnmente la detección de objetos en los radares análogos es a través del uso de la señal Chirp que es la señal que cambia su frecuencia en un periodo de tiempo, la mul-

tiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) también suele ser una elección popular en los sistemas de comunicaciones y de radar (2).

Con el desarrollo de los sistemas radar hacia sistemas más flexibles y con mayor capacidad de procesamiento nace el software radar o SDR (Software-Defined Radio). El SDR es un sistema radar versátil en donde la parte del procesamiento de la señal es decir el filtrado, conversión en frecuencia, decimación o interpolación, se realiza de manera digital (3).

El sensor Kinect es un sistema creado por la empresa Microsoft diseñado para que los usuarios interactúen con la consola de videojuegos Xbox 360 sin tener contacto físico con un controlador. Fue lanzado en noviembre del 2010. Dispone de un transmisor laser y un receptor que capta las señales reflejadas del láser (4). Inicialmente fue diseñado para interactuar con videojuegos pero se han realizado investigaciones y aplicaciones con este dispositivo, como por el ejemplo el uso del sensor de Microsoft Kinect para rastrear el terreno para su uso en los algoritmos de detección de objetos enterrados, (5) el reconocimiento de movimiento humano a través de los datos que provee el sensor Kinect de las articulaciones del cuerpo (6).

Considerando lo anterior se plantea un sistema radar donde se utilizó el sensor Kinect que adaptado a un PC y por medio de software se hace posible la reconstrucción de superficies solidas pequeñas.

2. Métodos y Técnicas

El sistema desarrollado se basa en la tecnología radar, utilizando el dispositivo Kinect de Sony, que permite determinar la posición de un objeto a través de una señal transmitida desde el dispositivo, que cuenta con un proyector laser con una longitud de onda de 830 nm, la misma que viaja por el espacio y al chocar con un objeto es reflejada y detectada desde el Kinect por un sensor infrarrojo.

2.1. Principio de Funcionamiento

El principio básico para determinar la posición de un objeto con respecto a un punto de análisis es calcular el tiempo de propagación de una onda electromagnética transmitida desde un punto conocido y detectar la onda reflejada cuando la onda transmitida choca con el objeto como se observa en la Fig. 1. El tiempo de transmisión reflexión sirve para determinar la distancia del objeto considerando como velocidad de propagación la de la luz.

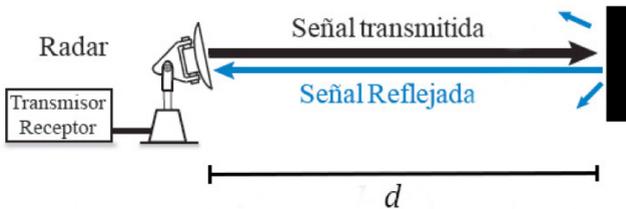


Fig. 1. Señal Transmitida – Reflejada

2.2. Análisis del Sistema Radar

Básicamente se parte del análisis matemático para el desarrollo del radar, que considera la frecuencia de muestreo del sistema que determina el ancho de banda y con simple relación se puede terminar la resolución del sistema y que está dada por la Ec. 1.

$$\Delta R = \frac{c}{B} \quad (1)$$

El ancho de banda es el doble de la frecuencia máxima de análisis. Para obtener la distancia máxima del Análisis de la Señal se considera que está dada en la Ec. 2:

$$d_{maxteorica} = \frac{c * t_f}{2} \quad (2)$$

Siendo t_f el tiempo final.

La relación entre la frecuencia de muestreo y el ancho de banda se determina por la Ec. 3.

$$fs = 2 * f_{max} = B \quad (3)$$

El análisis del sistema RADAR se realizó mediante la simulación de dos tipos de señales, onda continua y onda chirp. Para el caso de una onda continua se partió de modelar la señal, por medio de las ecuaciones que permitieron procesar una señal sinusoidal. En este caso se utilizó la función coseno como se muestra en la ecuación 4, tratándose de una señal análoga, donde sus valores oscilan en una rama de opciones prácticamente infinita. Se graficó la onda en función de un vector de tiempo t y una frecuencia de muestreo del doble de la frecuencia. Tomando como velocidad de propagación a la velocidad de la luz.

$$V_t(t) = V_0 \cos(2\pi ft + \varphi_0) \quad (4)$$

Graficando la onda transmitida a través de las ecuaciones programadas, considerando un ángulo de desfase φ_0 igual a cero y la amplitud V_0 igual a 2 se obtiene la señal que se muestra en la Fig. 2.

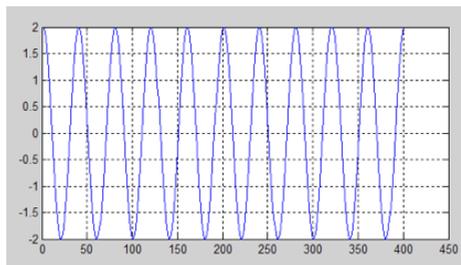


Fig. 2. Señal Transmitida

La onda que se transmite, se propaga en el espacio libre, choca contra un objeto, el mismo que refleja la onda y genera un desfase y un retardo de tiempo, cuyos valores se describen en la Ec. 5.

$$V_r(t) = V_0 K \cos(2\pi f(t - 2t_r) + \varphi_0) \mu(t - 2t_r) \quad (5)$$

Donde t_r es el retardo de la señal producto del tiempo de ida y regreso de la señal y ϕ_0 es el desfase generado en la señal reflejada (ver Fig. 3).

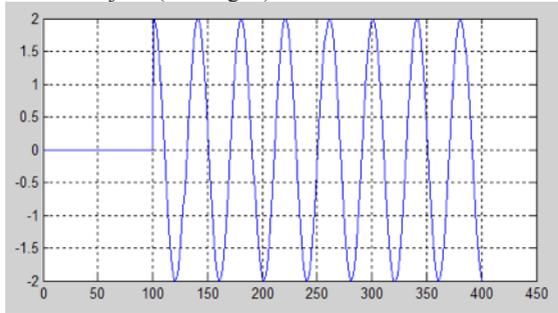


Fig. 3. Señal Recibida

La teoría del radar indica que para la detección de la posición de un objeto es necesario la multiplicación de las señales transmitida y recibida considerando un tiempo de origen común para las dos y cuya solución es la multiplicación de las señales correspondientes a las ecuaciones 4 y 5 se genera la señal final:

$$V_f(t) = V_t \cdot V_r \tag{6}$$

$$V_f(t) = V_0 \cos(2\pi f t + \phi_0) \cdot V_0 \cos(2\pi f (t - 2t_r) + \phi_0) \mu(t - 2t_r) \tag{7}$$

Esta señal puede ser analizada desde el punto de vista trigonométrico para determinar las frecuencias existentes en la misma. La fig. 4 muestra la señal recibida.

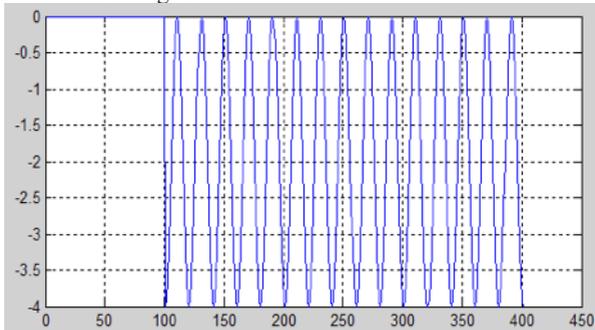


Fig. 4. Multiplicación Señal Transmitida y Recibida

A la multiplicación de la señal transmitida con la recibida se le aplica la FFT (Transformada Rápida de Fourier) que es un método matemático para transformar la función del tiempo a función de la frecuencia. Es muy útil para el análisis de los fenómenos dependientes del tiempo (7-9). Luego del análisis de las ecuaciones mencionadas anteriormente en la Fig. 5 se detalla los picos obtenidos de la transformación del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia donde se observó un pico que representa al objeto detectado, más adelante en el análisis de la señal chirp se explica la relación del pico con la distancia a la que se encuentra el objeto.

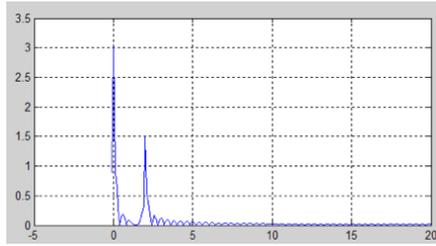


Fig. 5. Transformada Rápida De Fourier

La segunda tecnica es la utilizacion de una señal chirp o FMCW. La Ec. para generar este tipo de señal con amplitud A , frecuencia angular ω_0 y fase constante ϕ_0 esta dada por la Ec. 8.

$$V(t) = V_0 \cos(2\pi f(t)t + \phi_0) \quad (8)$$

Siendo $f(t)$ la función de la frecuencia variante en el tiempo y que viene dada por:

$$f(t) = \frac{k}{2}t + f_0 \quad (9)$$

Donde, k que es la rapidez con que cambia la frecuencia y se expresa como:

$$k = \frac{(f_1 - f_0)}{T} \quad (10)$$

En donde, f_0 es la frecuencia inicial de la onda, f_1 es la frecuencia al final de la duración T .

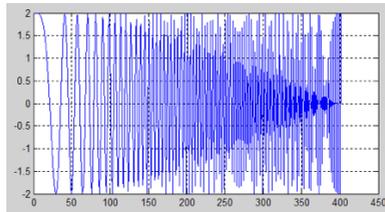


Fig. 6. Señal Transmitida (Chirp)

La Fig. 6 describe la señal transmitida donde se observa el aumento progresivo de la frecuencia. La señal recibida es una señal similar a la transmitida, pero retardada en el tiempo. La Fig. 7 muestra la señal recibida.

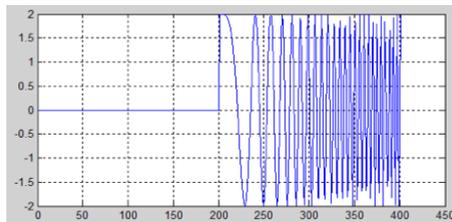


Fig. 7. Señal Recibida (Chirp)

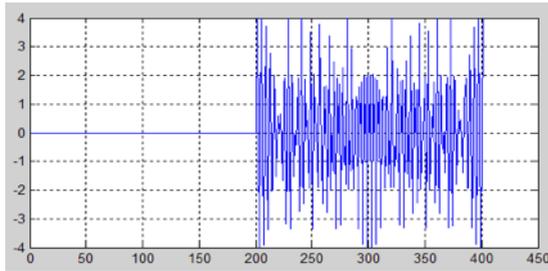


Fig. 8. Multiplicación Señal Transmitida y Recibida (Chirp)

En base a la teoría expuesta, es necesario multiplicar la señal transmitida con la señal recibida obteniendo. La Fig. 8 detalla en forma gráfica la multiplicación de la señal transmitida y recibida. Aplicando la transformada rápida de Fourier FFT se obtiene el espectro de amplitud, donde los picos del espectro están relacionados con la posición del objetivo. Se determina la distancia del objetivo relacionado la frecuencia muestreada con la distancia a través de la ecuacion 11 y la Fig. 9 muestra la distancia a la que se encuentra el objeto, siendo representada por el pico más alto.

$$\Delta r = \frac{c}{N * \Delta f} \tag{11}$$

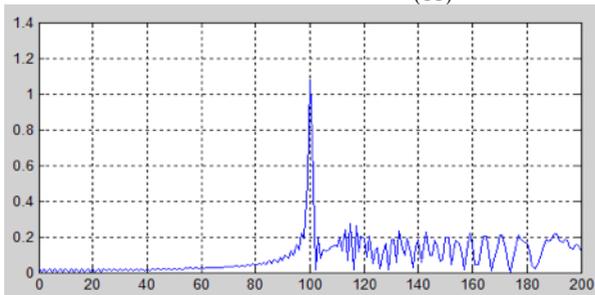


Fig. 9. Transformada Rápida de Fourier

2.3. Reconstrucción de Objetos

La investigación desarrollada utiliza la tecnología radar a través del sensor Kinect que transmite y recibe una señal y que envía los datos a un PC donde se procesan estos datos por medio de software y permite la detección de objetos. La Fig. 10 muestra el esquema utilizado.

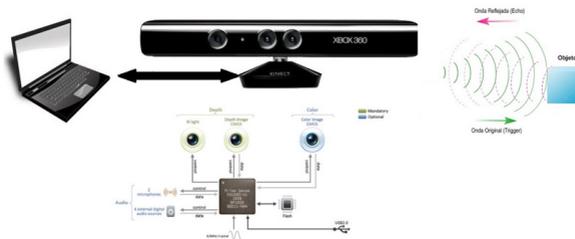


Fig. 10. Diagrama de Bloques Sistema Radar

Inicialmente se estudió la señal transmitida por el sensor Kinect que es una proyección de la luz infrarroja (laser) que incide sobre los objetos a través de un patrón de puntos, la señal choca con el objeto de estudio y se refleja la señal, la misma que es detectada por el receptor infrarrojo CMOS presente en el dispositivo Kinect. La señal recibida es procesada por el circuito integrado de PrimerSense, el cual permite obtener una imagen en píxeles que representa la profundidad, esto a través de los datos de distancia calculados por el circuito integrado, estos datos se encuentran en milímetros. Finalmente se hace uso de un PC que ayudará a la adquisición y visualización de datos, gracias a herramientas de software como MATLAB, OPEN-NI y archivos MEX.

Al momento de obtener la matriz real xyz se gráfica y se observa que la gráfica en tres dimensiones posee áreas inconsistentes y no representa de forma fiel la superficie capturada por lo que se procede al análisis de sus datos, se descompone en sus tres elementos x y z , y se localiza el elemento con los datos de profundidad en nuestro caso el elemento z y se procede a observar sus datos (ver Fig. 11).

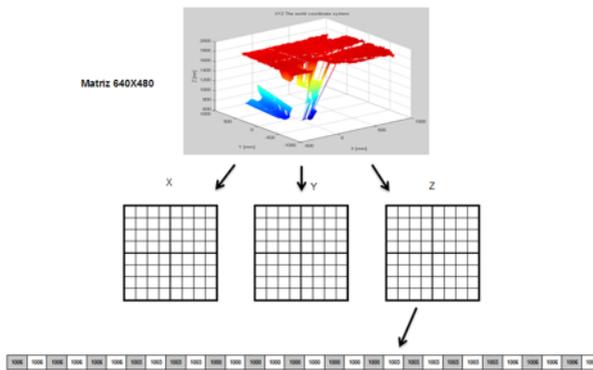


Fig. 11. Datos Kinect

Al observar los datos medidos a 1m de distancia se puede ver que los datos centrales son más precisos y los datos de los extremos mientras se alejan del centro aumentan y comienzan a volverse menos consistentes. Por lo analizado, se considera más relevantes los datos centrales y se procede a tomar el dato intermedio. Para poder reconstruir el perfil a partir de las medidas adquiridas, se determina la altura a la que se ubicará el Kinect con respecto al plano y la distancia a la que se tomará cada medición, como se observa en la Fig. 12.

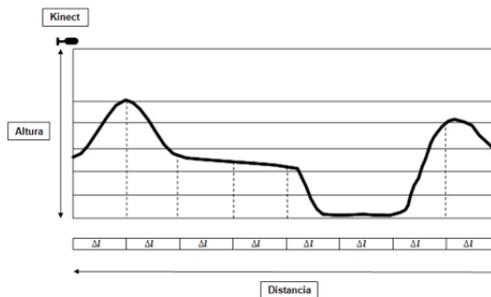


Fig. 12. Reconstrucción del Perfil

3. Mediciones y Resultados

3.1. Resolución y Frecuencia de Muestreo



Fig. 13. Medicion de Distancia

Tabla 1. Mediciones realizadas con el Sistema Kinnect de distancia

Real (m)	0.994	0.995	0.996	0.997	0.998	0.999	1	1.001	1.002	1.003	1.004	1.005	1.006
Medida (m)	0.994	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	1.000	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003	1.006

Como se observa en la Tabla 1 los datos adquiridos a una distancia de 1m permitieron determinar la resolución del sistema de 3mm, dato utilizado para determinar la frecuencia de muestreo a la que trabaja por defecto el Kinect y que sirvió de partida para el sistema propuesto.

$$f_s = 3e^{11} = 0.3 THz \tag{12}$$

3.2. Exactitud y Compensación de Error

Una vez realizado distintas mediciones a diferentes distancias (ver Fig. 13) es preciso definir la exactitud como la capacidad que posee el instrumento para acercarse al valor de la magnitud real.

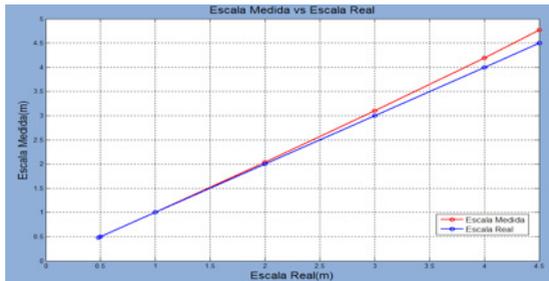


Fig. 13. Escala Medida vs Escala Real

Al realizar la compensación de error del sistema se procedió a obtener la curva de calibración con las medidas reales y las medidas obtenidas a través del método de los cuadrados mínimos, observándose su resultado en la Fig. 14. Si se tiene dos series de magnitudes medidas que se encuentran relacionadas con alguna función lineal y una de las series de magnitudes se ve afectada por un error, se procede a trazar una recta con el objeto de que se aproxime a los n puntos medidos calculando los parámetros m y b de la recta, de tal manera que mantenga una mínima diferencia con los puntos (11).



Fig. 14. Metodo de los Minimos Cuadrados

$$m = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i * Y_i) - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \tag{13}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 * \sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n (x_i * Y_i)}{n \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \tag{14}$$

Donde:

m=Pendiente de la recta de ajuste

b= Ordenada al origen.

La Ec. que se implementó en el programa para compensar el error está dada por:

$$V_c = \frac{Z - b}{m} \tag{15}$$

Tabla 2. Valores Compensados comparados con valores medidos y reales

Real (m)	0,48	0,5	1	2	3	4	4,5
Medido (m)	0,48	0,5	1	2,039	3,101	4,192	4,771
Compensado(m)	0.4938	0.5103	0.9951	20.024	30.321	40.899	46.513

Al obtener los nuevos valores compensados se observa en la Tabla 2 que los valores menores a 1m pierden exactitud por lo que no son compensados en el programa, en cambio los valores mayores a 1m que muestran mejoría si se compensan.

3.3. Pruebas de Perfil

Para realizar las pruebas de perfil se simuló un plano en forma de escalón donde se empieza a medir con el Kinect mostrado en la Fig. 15. Se realizaron mediciones a diferentes distancias entre el objeto y el Sistema. En la Fig. 16 se muestra el resultado del perfil del objeto a una distancia de 1m y con un desplazamiento horizontal de 30 cm.



Fig 15. Prueba de Perfil

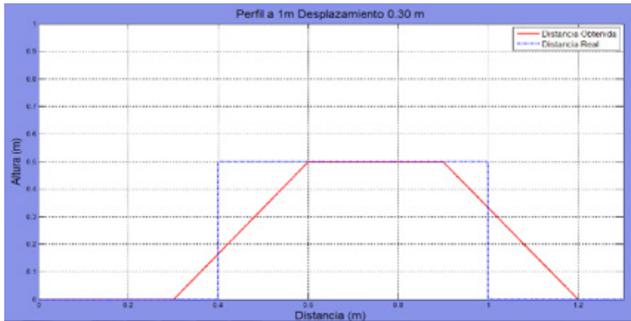


Fig. 16. Distancia Real-Obtenida 1m 0.30m

En intervalos de desplazamiento cortos, en este caso a 0.10m de desplazamiento existe una mejor coincidencia donde se puede identificar el borde del objeto a los 0.20m hasta aproximadamente 0.90m, luego se detecta una caída de distancia y no se observa el segundo borde (ver Fig. 17).

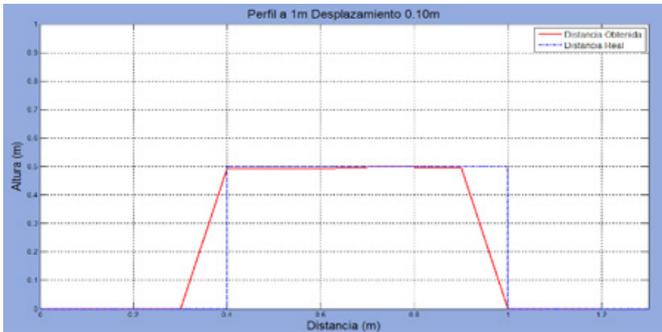


Fig.17. Distancia Real-Obtenida 1m 0.10m

Como se observa en la Fig. 18 se ubicó un objeto a una distancia de 2m y medida en un intervalo de 0.30m, obteniendo como resultado una coincidencia en los bordes de los dos lados. En una segunda prueba de mediciones a 2m e intervalos de 0.10 m se asemeja a la forma del perfil del objeto obteniendo coincidencias de bordes y profundidad (ver Fig. 19).

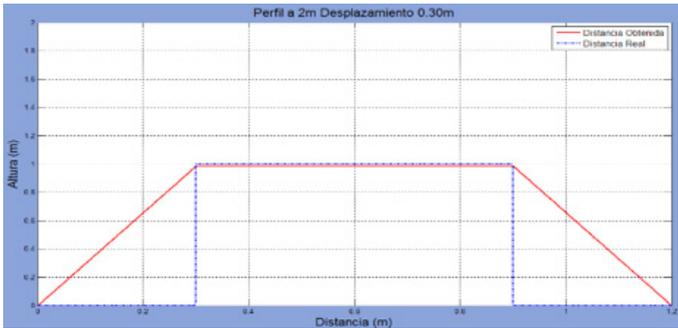


Fig.18. Distancia Real-Obtenida 2m 0.30m



Fig.19 Distancia Real-Obtenida 2m 0.10m

Por último se realizó un perfil con dos planos a una distancia de 2m, el primer plano ubicado a 1.30m y el segundo plano a 1 m como se muestra en la Fig. 20. Observando las Fig. 21 se puede constatar que existe una reconstrucción del perfil bastante acertada considerando los bordes rectos que posee. Al comparar los perfiles también se logra apreciar que a un menor desplazamiento Δl se obtiene una reconstrucción del perfil más precisa puesto que se adquiere una mayor cantidad de datos.



Fig. 20 Perfil dos Elementos



Fig.21 : Distancia Real-Obtenida Dos Elementos 2m 0.10m

Conclusiones

- El proyecto desarrollado permite determinar la posición de objetos utilizando niveles de profundidad que proporciona el sistema Kinect, los mismos que son enviados a un PC, procesados a través de una aplicación software, con una resolución de ± 3 mm y una distancia máxima de detección de 4.5 m.
- El algoritmo desarrollado discrimina la posición perpendicular del sistema Kinect de toda la trama obtenida en cada medición de los niveles de profundidad, permitiendo obtener el perfil de los objetos con mediciones repetitivas a través del desplazamiento manual del sistema en forma horizontal.
- El Kinect posee un rango de medición limitado que se debe considerar, para obtener el perfil topográfico de determinada zona se recomienda colocar el Kinect a una distancia que va desde los 0.50 m a los 4 m con respecto de los objetos, tomando en cuenta que a mayor distancia la exactitud y resolución comienzan a verse afectados.
- El software desarrollado es más efectivo cuando las zonas que se van a medir no presentan áreas transparentes o reflectantes, puesto que no serán detectadas por el sensor de profundidad del Kinect.

REFERENCIAS

- [1] Melvin W. L., Sheer J.A., Principles of Modern Radar Applications Vol. III: Radar Applications, 1ra ed., USA, SciTech Publishing, 2014, Pp. 1-7.
- [2] S. Sen, G. G. Tang, and A. Nehorai, "Multiobjective optimization of OFDM radar waveform for target detection," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 59, no. 2, pp. 639–652, February 2011. Disponible en: <http://www.ese.wustl.edu/~nehorai/paper/Multi-Objective.pdf>
- [3] T. Debatty, "Software Defined Radar a state of the art", 2nd International Workshop on Cognitive Information Processing, Disponible en: <http://www.jpier.org/PIERB/pierb53/20.13052904.pdf>.
- [4] Robert H. Luke and Mark A. Cumo. "Ground tracking using Microsoft Kinect sensor for ground-penetrating radar", Proc. SPIE 8357, Detection and Sensing of Mines, Explosive Objects, and Obscured Targets XVII, 83571V (May 1, 2012); doi:10.1117/12.918328; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1117/12.918328>
- [5] Haixiang Lu and Hongjun Zhou" Human motion recognition based on features and models selected HMM ", Proc. SPIE 9521, Selected Papers from Conferences of the Photoelectronic Technology Committee of the Chinese Society of Astronautics 2014, Part I, 952107 (March 4, 2015); doi:10.1117/12.2087230; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2087230>
- [6] Transformada Rápida de Fourier Disponible en: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hba->

sees/math/fft.html .

[7] Sistema de aprendizaje interactivo para el área del idioma inglés con el soporte del kinect de Microsoft. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9251/1/T-ESPEL-SOF-007.pdf>

[8] Como funciona el sensor Kinect. Disponible en: <http://canaltech.com.br/o-que-e/kinect/Como-funciona-o-Kinect>.

[9] Teoria de Errores: Calibraciones. Disponible en: <http://www.aulavirtual-exactas.dyndns.org/claroline/backends/download.php?url=L1RQX05fM19DYWxpYnJhY2lvbmVzLnBkZg%3D%-3D&cidReset=true&cidReq=GUNIFDF>

HERRAMIENTAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN GOBIERNOS TI

(TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT TOOLS IN IT GOVERNANCE)

O, Gavilán(1)*

(1) Escuela de Ingeniería en Marketing, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo EC060155.

*Correspondencia. Tel.: 0987353867, E-mail: ogavilanez@espocho.edu.ec (O, Gavilán)

RESUMEN

La presente investigación se enmarca en documentar aspectos de suma importancia respecto a gestión de innovación y desarrollo tecnológico, considerando aspectos relacionados a las políticas públicas de innovación, políticas corporativas y Gobierno TI para lo cual se referencian arquitecturas TI existentes. La aplicación de herramientas de desarrollo tecnológico se ha convertido en un factor relevante en el mundo de los negocios y tiene especial importancia en las organizaciones que se encuentran inmersas en la economía del conocimiento, los estados por lo tanto deben revisar la elaboración y ejecución de las políticas públicas atendiendo a una redefinición de la política científica y tecnológica, en este entorno es importante el aporte de las arquitecturas TI que permiten estructurar claramente los activos del área de sistemas y por lo tanto gestionarlos de mejor manera, es allí donde se considera oportuno el uso de herramientas para implementación en Gobiernos TI con incorporación de una nueva visión sobre las perspectivas de TI. Existe un gran número de herramientas que dan soporte a la gestión TI en una organización, pero sólo unas pocas tienen por funcionalidad principal el servir de apoyo a la implantación de un sistema integral de gobierno TI, el análisis realizado permite concluir que COBIT e ISO 38500, son las herramientas específicas para la implantación de un modelo de gobierno TI.

Palabras claves: herramientas, desarrollo tecnológico, gobierno TI, gestión TI.

ABSTRACT

This research is part of documenting aspects of the importance of innovation management and technological development, considering aspects related to public innovation policies, corporate policies and IT Governance, for which existing IT architectures are referenced. The application of technological development tools has become a relevant factor in the business world and has special importance in organizations that are immersed in the knowledge economy, states should therefore review the development and implementation of the Public policy in response to a redefinition of scientific and technological policy, in this environment is important the contribution of IT architectures that allow to clearly structure the assets of the systems area and therefore manage them better, is where it is considered appropriate Use of implementation tools in IT Governments with the incorporation of a new vision on IT perspectives. There are a large number of tools that support the IT management in an organization, but only a few have the main function of supporting the implementation of a comprehensive system of IT governance, the analysis carried out allows to conclude that COBIT and ISO 38500, are the specific tools for the implementation of an IT governance model.

Key words: Tools, technological development, IT governance, IT management.

1. Introducción

El presente artículo genera una óptica general sobre las herramientas de desarrollo tecnológico a ser implementadas en Gobiernos TI, para lo cual se hace referencia al modelo lineal de la innovación, la gestión de la innovación, la tecnología en las organizaciones, políticas públicas y corporativas en Gobiernos TI, en la parte final se mencionan varias herramientas de soporte a la administración o gestión de las TI y de apoyo a la implantación de un sistema integral de gobierno TI. El objetivo de la presente investigación consiste en determinar las herramientas adecuadas para gobiernos TI, existen marcos de trabajo útiles para gestión TI y que se utilizan en apoyo para el gobierno TI.

2. Materiales y Métodos

2.1. Innovación y Desarrollo Tecnológico

Las concepciones tradicionales en cuanto a políticas de Ciencia y Técnica se han basado en lo que se denomina el modelo de desarrollo lineal de la innovación. Este modelo sostiene que el flujo de conocimientos circula desde la oferta de los centros de investigación y universidades hacia la demanda del sector privado, que es el encargado de plasmar estos conocimientos en productos o procesos innovadores que son ofrecidos al mercado (1).

Esta complementación de roles es conocida como I+D (Investigación y Desarrollo), pero la forma en que se genera el conocimiento, el contexto es que éste es procesado socialmente y el rol que juega en el posicionamiento relativo de una organización en un mercado nacional y de un país en el mercado mundial ha experimentado cambios sustanciales en las últimas décadas:

- Cambios en la generación de conocimientos: es colectivo, sistémico y acumulativo, y todos los agentes (universidades, empresas, organismos de vinculación, etc.) que participan del mismo aprenden y generan conocimiento, tácitos o codificados.

- Cambios en la gestión y distribución de la información y el conocimiento: la emergencia de las TICs (Tecnologías de Información y Comunicación) posibilita la aparición de herramientas tecnológicas que facilitan la circulación multidireccional de información, y que se han transformado en el soporte material de lo que se conoce como “Sociedad del Conocimiento”.

- Cambios en la dinámica de los mercados: con la globalización económica las posibilidades de obtener mejores posicionamientos y beneficios a partir de ventajas competitivas basadas en innovaciones tecnológicas revaloriza el rol de la innovación como aplicación comercial, destinada al mercado, de cualquier idea resultante de la I+D.

Las TICs generan ventajas múltiples tales como un público instruido, nuevos empleos, innovación, oportunidades comerciales y el avance de las ciencias (2).

Como reflejo de estos cambios, en las empresas surge un nuevo paradigma tecno-organizativo que, en sus tres niveles (estrategias, procesos y tecnologías de soporte), se plantea la utilización intensiva de la información y del conocimiento, sobre todo en los países desarrollados, una parte importante de las actividades de I+D.

Este contexto cuestiona la política científica como política sólo de I+D, para incorporar nuevos enfoques relativos al flujo de la información y a la difusión, así como a la apropiación de los conocimientos. A la vez que se reafirma la importancia creciente de la ciencia y de la técnica en la creación de ventajas competitivas, se amplían los alcances de la política científica incorporando las capacidades innovadoras de toda la red de actores. Surge el modelo no lineal de innovación,

que impone a los distintos actores involucrados la necesidad de reвер sus roles y estrategias relativas al proceso de innovación.

El I+D (investigación y desarrollo) es considerado como un proceso integrado por tres fases de la investigación: la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo de la investigación (3).

Además, se debe considerar dentro de la importancia de la gestión del proceso de la demanda de TI la Demanda Estratégica, la cual se gestiona a través del portafolio de proyectos y es la demanda de nuevos proyectos que introducen la innovación y activan nuevos negocios, productos y servicios, siendo necesario el incremento de la innovación y el desarrollo de estrategias de TI junto con el plan del negocio. (4).

2.1.1. La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones

La gestión de la innovación se ha convertido en un factor relevante en el mundo de los negocios y tiene especial importancia en las organizaciones que se encuentran inmersas en la economía del conocimiento. Con frecuencia, los pequeños y medianos empresarios se sienten desconcertados cuando se hace referencia a la innovación, y en la mayoría de los casos piensan que deben modificar la forma de gestionar su negocio y que su organización no es óptima para competir en los mercados actuales. Se hacen preguntas como: ¿puede innovar cualquiera o ese proceso está reservado sólo para unos pocos?, ¿qué se necesita para gestionar el cambio?, ¿qué técnicas o métodos son necesarios para enfrentarse al desafío tecnológico?, ¿qué resultados se lograrán y a qué coste?, etc. La respuesta a estas preguntas implica, en primer lugar, generar una cultura relacionada con la innovación y, en segundo lugar, proporcionar a las empresas herramientas, mecanismos y técnicas que les permitan enfrentarse al desafío tecnológico (5).

2.1.2. Políticas Públicas de Innovación

El Estado debe revisar la elaboración y ejecución de las políticas públicas atendiendo a una redefinición de la política científica y tecnológica. Esta redefinición debe poner de relieve que la generación y difusión de conocimientos - y por lo tanto de capacidad innovadora nacional - requiere de la interacción de agentes de muy diverso tipo (centros de investigación, universidades, organismos de vinculación tecnológica, empresas usuarias, empresas consultoras y de servicios, organismos de financiación y promoción, etc.), de distinto origen, naturaleza, culturas y posición respecto al conocimiento y la tecnología; y que su objetivo debe ser el desarrollo dinámico de ventajas competitivas hacia el mercado nacional y fundamentalmente hacia el mercado global (1). En el marco de las políticas de innovación el Estado debe realizar inversiones para la puesta en marcha de programas, estrategias e instituciones que apoyen y estimulen el esfuerzo innovador de las empresas (6).

2.1.3. Políticas Corporativas y Gobierno TI

En cuanto a las Empresas existe el convencimiento generalizado de que los conocimientos tecnológicos (particularmente los referidos a TI) acumulados como activos empresariales (expresados en RRHH especializados, buenas prácticas corporativas, etc.) pueden capitalizarse en beneficio de la propia empresa, de igual manera cada vez mayor parte de los procesos críticos de las empresas se soportan sobre las TI (1).

2.1.4. Arquitecturas TI

Las arquitecturas TI permiten estructurar claramente los activos del área de sistemas y por lo tanto gestionarlos mejor. Un marco de Gobierno TI debe ayudar a movilizar los recursos de un departamento de la forma más eficiente obedeciendo a necesidades (7):

- Normativas, como pueden ser los marcos regulatorios como Sarbanes-Oxley, CobIT, CMMi, entre otros
- Operativas, eficiencia
- Del negocio, planes de gestión de la demanda

La arquitectura empresarial de una organización es la organización lógica para la infraestructura de TI y los procesos de negocios, los cuales reflejan los requerimientos de integración y estandarización del modelo operativo de la empresa (8).

La arquitectura de la TI, asume la responsabilidad del soporte a la arquitectura de negocios, en este dominio, es necesario tomar en cuenta cuatro tipos de arquitecturas compartidas, seleccionando la arquitectura para la infraestructura tecnológica adecuada para ser implementada en la organización, el tipo de arquitectura de aplicaciones debe ser implementada para el desarrollo de los negocios, el tipo de modelo de la arquitectura de datos para su almacenamiento, el tipo de modelo de información para ser entregado a los altos ejecutivos, consejo de administración y otros usuarios, así como otros aspectos a tener en cuenta, la relación entre Arquitectura de negocios y Arquitectura de la TI se muestra en la Fig. 1.

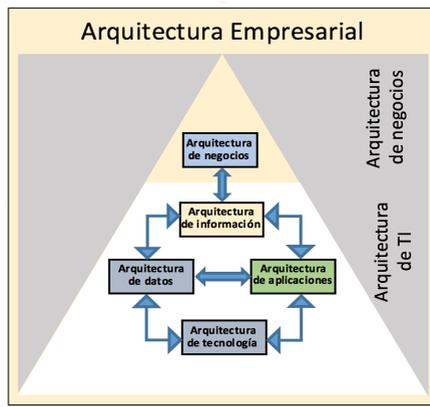


Fig. 1. Relación entre Arquitectura de negocios y Arquitectura de TI

El dominio de la arquitectura de TI es responsable para gestionar el diseño, desarrollo e implementación de todos los activos de tecnología para la ejecución de las operaciones del negocio, diseñada en la arquitectura de negocios, así como la mejora de cada uno de los modelos de la arquitectura para entregar valor al negocio (9).

En este punto es necesario considerar los objetivos de la empresa para la TI, determinando que las decisiones principales TI deben ser consideradas en la Arquitectura TI, Infraestructura TI, aplicaciones del negocio y priorización e inversiones en TI.

2.2. Gobiernos Corporativos

Mientras en las últimas décadas el interés científico y profesional sobre la aplicación del Gobier-

no Corporativo (GC) en el ámbito empresarial ha crecido de manera importante, la preocupación por dicho concepto en el sector público es apenas incipiente y, en la mayoría de los casos, los trabajos se han centrado inicialmente en el ámbito de las empresas públicas, así como en el control y en la caracterización del buen gobierno o buena gestión, que puede ser vista como un mecanismo eficaz de gestión (10).

En la evolución del concepto de GC se puede decir que son distintas las influencias ejercidas desde las diversas disciplinas, tales como la economía, las finanzas, el derecho o la gestión y administración, que aportan bases sólidas para la delimitación del término. Asimismo, resultan relevantes los trabajos de revisión realizados que han contribuido a delimitar la estructura teórica desarrollada hasta el momento en torno a dicho concepto, a su alcance y sus perspectivas de estudio (11). Los diversos intentos por tratar de crear una herramienta que agrupe el gobierno de las empresas, así como la responsabilidad y la transparencia en la actuación, han adquirido una mayor importancia a partir de los planteamientos generales realizados por Cadbury (1992; 2000) (12), quien considera el GC como el sistema a través del cual las compañías son dirigidas y controladas.

2.3. Gobiernos TI

El gobierno TI, hace parte del gobierno empresarial y se define como la estructura de relaciones y procesos para dirigir y controlar la empresa hacia el logro de sus objetivos, por medio de agregar valor, al tiempo que se obtiene un balance entre el riesgo y el retorno sobre las TI y sus procesos (13).

Según el ITGI el gobierno corporativo es un conjunto de responsabilidades y prácticas ejecutadas por la junta directiva y la gerencia ejecutiva, teniendo como objetivos:

- Proveer dirección estratégica
- Asegurar el logro de los objetivos
- Establecer que los riesgos se administran adecuadamente
- Verificar que los recursos de la empresa se utilizan responsablemente

Según la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) el gobierno corporativo es el sistema por el cual las sociedades son dirigidas y controladas. La estructura del gobierno corporativo especifica la distribución de los derechos y responsabilidades entre los diferentes participantes de la sociedad, tales como el directorio, los gerentes, los accionistas y otros agentes económicos que mantengan algún interés en la empresa. El gobierno corporativo también provee la estructura a través de la cual se establecen los objetivos de la empresa, los medios para alcanzar estos objetivos, así como la forma de hacer un seguimiento a su desempeño.

El gobierno TI integra e institucionaliza las buenas prácticas para garantizar que TI en la empresa soporta los objetivos del negocio, además facilita que la empresa aproveche al máximo su información, maximiza los beneficios, capitaliza las oportunidades y gana ventajas competitivas. Las actividades del gobierno TI se pueden agrupar en cinco áreas de enfoque, según se puede apreciar en la Fig.2:

- Alineamiento estratégico
- Entrega de valor
- Administración de riesgos
- Administración de recursos
- Medición del desempeño

En el centro de las responsabilidades del gobierno (establecer las estrategias, gestionar los riesgos, entregar valor y medir el desempeño), se encuentran los valores de las partes interesadas (stakeholders), los que en definitiva conducen la empresa y la estrategia de TI. Mantener la vigencia del negocio de la empresa y su crecimiento en nuevos modelos de negocio, son sin duda

las expectativas de los accionistas, y sólo puede lograrse con un adecuado gobierno de la infraestructura de TI (14).



Fig. 2. Objetivos del Gobierno TI

El objetivo del gobierno TI es dirigir los esfuerzos de las tecnologías de la información, a fin de garantizar que su desempeño cumple con los siguientes objetivos:

- Alineación de TI con los objetivos de la empresa y la concreción de los beneficios prometidos.
- Uso de TI de un modo que le permita a la empresa explotar las oportunidades que se presenten y maximizar sus beneficios.
- Uso responsable de los recursos de TI.
- Adecuada gestión de los riesgos relacionados con TI.

El término Gobierno TI, toma fuerza, se trata de la incorporación de una nueva visión sobre las perspectivas de TI, en cuanto a la dirección, estrategias, decisiones, supervisión del estado actual o futuro de la implementación y uso de las TI como se relaciona en la Fig. 3 (15), es decir, una visión desde el negocio frente a las exigencias de la tecnología.

Se trata además de que el Gobierno TI establezca objetivos estratégicos que sean de interés para la organización que lo va a desarrollar, con la clara y firme visión de que los resultados pondrán a la organización a la vanguardia de la competitividad necesaria.



Fig. 3. Gobierno TI

2.4. Gestión TI

Según la AEC (Asociación Española para la Calidad) la gestión TI se lleva a cabo mediante la adopción de buenas prácticas, ampliamente usadas, que proceden de diversas fuentes como son:

- Los estándares como ISO 9000, ISO 20000, ISO 27001, ISO 25999 e ISO 38500, que son un conjunto de criterios que ayudan a validar la práctica. Estos estándares pueden estar basados en

prácticas de la industria existentes, u originados por investigación (académica).

- Las prácticas de la industria (ITIL®, COBIT®, CMMI®, eSCM-SP, PRINCE2™, PMBOK®, M_o_R®, eTOM®, Six Sigma...) que son un conjunto de guías usadas en la industria.
- La experiencia interna, también llamada conocimiento propietario.

3. Resultados y Discusión

Existe un gran número de herramientas que dan soporte a la administración o gestión TI en una organización, pero sólo unas pocas tienen por funcionalidad principal el servir de apoyo a la implantación de un sistema integral de gobierno TI, varias herramientas sirven para mejorar la gestión TI pero solo unas pocas tienen por objetivo promover sistemas de buen gobierno TI.

En ITGI (IT Governance Institute 2006) e ITGI (2009) se realiza un análisis bastante detallado de las herramientas, resulta especialmente interesante la descripción de la interrelación que existe entre las mismas y cómo algunas proporcionan soporte a otras; sin embargo, sólo ISO 38500, AS 8015 COSO y COBIT, herramientas consideradas en la Tabla 1 (16) son específicas para la implantación de un modelo de gobierno TI, el resto de herramientas son útiles en otras áreas (seguridad, gestión de proyectos, gestión de servicios, etc.), convenientes de abordar como apoyo o soporte de un sistema de gobierno pero son más propias de tareas de gestión TI que del propio gobierno TI. Aunque, hay que reconocer que el implantar herramientas de gestión TI va a generar una cultura organizativa muy propicia para asumir posteriormente un sistema de gobierno TI.

Tabla 1. Herramientas para la implementación del gobierno TI, (Bosch A., 2009).

	Estándar Internacional	Estándar Nacional	Estándar de una Organización
<i>Gobierno TI</i>	ISO 38500	AS 8015 COSO	COBIT
<i>Planificación TI</i>		PSI-Metrica 3	
<i>Valor TI</i>			Val IT
<i>Gestión Servicios TI</i>	ISO 20000	BS 15000	COBIT ITIL MOF
<i>Gestión de Proyectos</i>		UNE 15781	PMBOK PRINCE2 APMS IPMA
<i>Desarrollo Software</i>	ISO 12207 ISO 15504	Ticket Metrica 3	CMMI Bootstrap
<i>Gestión de Riesgos</i>		AS/NZS 4360 COSO	
<i>Magerit UNE 71504</i>			
<i>Gestión de Seguridad</i>	ISO 27000 ISO 13335 ISO 13569 ISO 17799 ISO 15408	NIST-800 series BS 7799-2 GAO's FISCAM German BSI	ASCI-33 COBIT ISF ENV12924 SEI's OCTAVE SEI's SW-CMM BPM
<i>Gestión Continuidad</i>	ISO /IEC 25999	PAS-56 AS/NZS 4360 HB 221-2004 BS25999	
<i>Gestión de la Calidad</i>	ISO 9001	EFQM BNQP SixSigma	
<i>Auditoria</i>	ISO 19011		COBIT

Es necesario conocer las principales herramientas disponibles para dar soporte al Gobierno TI. Se comienza por catalogar las herramientas existentes, estableciendo cuales no son propias de gobierno sino de la gestión TI, siendo necesario revisar con detalle la norma ISO 38500 y COBIT.

La implementación de herramientas tecnológicas dentro de una empresa de pequeño y mediano tamaño, que permitan una gestión de la información, es indispensable para mantener perdurable el tiempo de vida de la empresa. Muchas de las empresas perecen en un ciclo de vida muy corto, ya que las soluciones planteadas a los problemas emergentes en ellas, son resueltos mediante decisiones y soluciones rápidas, aleatorias y no sistemáticas que no son las más óptimas, generando un desarrollo desordenado dentro de las organizaciones (17).

COBIT 5 ofrece principios, prácticas, herramientas analíticas y modelos globalmente aceptados para ayudar a los directivos de negocio y de TI a maximizar la confianza en el valor de sus activos tecnológicos y de información.

Empresas de todo el mundo necesitan una guía para gobernar, gestionar y asegurar la obtención de valor a partir de las vastas cantidades de información que manejan y las rápidamente cambiantes tecnologías que emplean. COBIT 5 ofrece una guía para las empresas en la toma de decisiones eficaces, considerando las necesidades de los diferentes grupos de interés; además tiene la característica de ser adaptado a todos los modelos de negocio, entornos tecnológicos, sectores, geografías y culturas corporativas; es factible de aplicarse a:

- La seguridad de la información.
- La gestión del riesgo.
- El gobierno corporativo y la gestión TI de la empresa.
- Las actividades de revisión y garantía.
- La conformidad legal y regulatoria.
- El tratamiento de datos financieros o de información sobre RSC.

COBIT 5 dota a los profesionales de las herramientas y técnicas definitivas para gobernar las TI corporativas con un enfoque de negocio, los cuales se muestran en la Fig. 4.

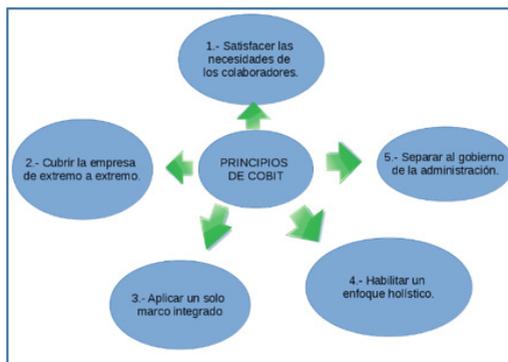


Fig. 4. Principios de COBIT

El marco COBIT 5 simplifica los retos a los que se enfrenta el gobierno corporativo con tan sólo cinco principios y siete familias de catalizadores, además integra otros enfoques y modelos como TOGAF, PMBoK, Prince2, COSO, ITIL, PCI DSS, la Ley Sarbanes-Oxley y Basilea III (18). La ISO 38500 establece que la gobernanza de TI debe satisfacer 6 principios fundamentales los cuales se muestran en la Fig. 5.:

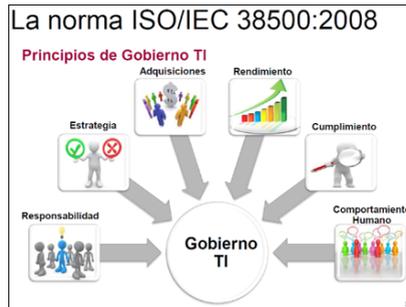


Fig. 5. Principios fundamentales ISO 38500

- Responsabilidad. Deben establecerse las responsabilidades de cada individuo o grupo de personas dentro de la organización en relación a las TI. Cada uno debe aceptar y ejercer su responsabilidad y aquellos a los que se le asigne una responsabilidad deberán ejercerla.

- Estrategia. A la hora de diseñar la estrategia actual y futura de la organización hay que tener en cuenta el potencial de las TI. Los planes estratégicos de las TI deben recoger y satisfacer las necesidades estratégicas de negocio de la organización.

- Adquisición. Las adquisiciones de TI deben realizarse bajo criterios razonables, después de un adecuado análisis y tomando la decisión en base a criterios claros y transparentes. Debe existir un equilibrio apropiado entre beneficios, oportunidades, coste y riesgos, tanto a corto como a largo plazo.

- Desempeño. Las TI deben dar soporte a la organización, ofreciendo servicios y alcanzando los niveles y la calidad de los servicios requeridos por la organización

- Cumplimiento. Las TI deben cumplir con todas las leyes y normativas. Las políticas y los procedimientos internos deben estar claramente definidos, implementados y apoyados.

- Comportamiento Humano. Las políticas y procedimientos establecidos deben tener en cuenta a las personas e incluir todas las cuestiones que relacionadas con ellas que puedan influir en los procesos de negocio: competencia individual, formación, trabajo en grupo, comunicación, etc. (19).

El trabajo integral de los Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas (COBIT) para el gobierno y la gestión de las TI de la empresa y la norma internacional UNE-ISO/IEC 38500 “Gobernanza corporativa de la Tecnología de la Información”, establecen una clara distinción entre gobierno y gestión. Según reza uno de los cinco principios claves de COBIT 5, “Separar el Gobierno de la Gestión”, “estas dos disciplinas engloban diferentes tipos de actividades, que requieren diferentes estructuras organizativas y sirven a diferentes propósitos” (20).

El Gobierno: permite que se evalúen las múltiples necesidades, condiciones y opciones en las partes interesadas para alcanzar las metas corporativas que estas sean equilibradas; identificando el norte a seguir a través de priorizar y la buena toma de decisiones. La Gestión: diseña, planifica, construye, ejecuta y controla las actividades trazadas en la dirección establecida por el directorio gubernamental, con la finalidad de alcanzar las metas definidas para la organización.

Los principios que expresan el comportamiento deseable para orientar la toma de decisiones, indica lo que debería suceder, pero no prescribe cómo, cuándo o por quién se pondría en práctica, ya que esos aspectos dependerán de la naturaleza de la organización que los implanta.

Los marcos de referencia con herramientas sólidas son esenciales para asegurar que los recursos de TI estén alineados con los objetivos del negocio y que los servicios y la información satisfagan los requisitos de calidad, financieros y de seguridad.

La presencia de estándares que apoyan el gobierno TI permiten materializar el “cómo” para diferentes controles de TI, entre ellos ISO 27001, ISO 27002, ISO 20000, BS 25999, ITIL, PCI DSS,

PMBok (Project Management Institute, 2010) CMMI (Phillips, Gallagher, Richter, & Shrum, 2011; Chrissis, Konrad, & Shrum, 2011; Forrester, Buteau, & Shrum, 2011), entre otros (19). La ISO 38500 tiene un carácter global y es válida para todo tipo de organizaciones, independientemente de su naturaleza, tamaño o situación geográfica, por tanto también es aplicable a las universidades, en este sentido se puede considerar su aplicación en la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) como trabajo a futuro.

4. Conclusiones

- Es necesaria la participación del gobierno TI, como estructura de relaciones y procesos para dirigir y controlar la empresa hacia el logro de sus objetivos, incluyendo un valor agregado, al tiempo que se obtiene un balance entre el riesgo y el retorno sobre las TI y sus procesos.
- Es preciso conocer las principales herramientas disponibles para dar soporte al Gobierno TI, catalogando las herramientas existentes y estableciendo cuáles no son propias de gobierno sino de la gestión TI.
- Según el informe ITGI una de las claves para el éxito del desempeño de TI es la inversión óptima, utilización y asignación de recursos de TI (personas, aplicaciones, tecnología, instalaciones, datos) en el servicio de las necesidades de la empresa.
- Existe un gran número de herramientas que dan soporte a la administración o gestión TI en una organización, pero sólo unas pocas tienen por funcionalidad principal el servir de apoyo a la implantación de un sistema integral de gobierno TI.
- COBIT e ISO 38500 establecen una clara distinción entre gobierno y gestión TI, requieren diferentes estructuras organizativas y sirven a diferentes propósitos; en este sentido, el Gobierno TI abarca más que solo la gestión TI ya que la gestión solo se enfoca en lo que es lo interno y lo presente mientras que el gobierno abarca lo externo y el futuro.
- El uso de COBIT e ISO 38500 depende del alcance del Gobierno TI, ya que COBIT analiza los procesos que se llevan a cabo en la Organización definiendo los objetivos del control de las TICs; mientras que ISO 38500 analiza el uso de las TICs proporcionando un marco de principios para su correcta gestión.

Agradecimientos

Agradecimiento especial por la guía en la consecución del presente trabajo investigativo al PhD Igor Aguilar Alonso, profesor visitante del Grupo de Innovación GICA en la Escuela de Ingeniería Informática, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España, profesor asociado en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de San Marcos, Perú. Miembro revisor del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), Perú. Áreas de investigación, gobierno de TI, gestión TI y de negocio.

Conflicto de intereses

No existen intereses particulares por parte del autor que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

Referencias

- [1] Lestani, J. R., & Aguilar, L. J. Gobierno de las TI y Políticas Públicas: Herramientas para potenciar la Innovación Tecnológica.
- [2] Romani, J. C. C. (2011). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre

- las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *Zer-Revista de Estudios de Comunicación*, 14(27).
- [3] Ramírez Martínez, D. C. (2010). Definición de estrategias para el fortalecimiento de la innovación tecnológica a través de la investigación en ingeniería. Análisis de caso (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- [4] Alonso, I. A., Verdún, J. C., & Caro, E. T. Importancia de la gestión del proceso de la demanda de TI.
- [5] Nuchera, A. H., Morote, J. P., & Serrano, G. L. (2002). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Ediciones Pirámide.
- [6] Nelson, R. y S. Winter (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge.
- [7] Sánchez, Á. (2008). Enterprise and IT Architecture: Las claves del gobierno de TI. *Procesos y Métricas*, 5(3), 77.
- [8] Weill, Peter. "Don't just lead, govern: How top-performing firms govern IT." *MIS Quarterly Executive* 3.1 (2004): 1-17.
- [9] Aguilar Alonso, I. (2013). Estructuras, Procesos, Indicadores para Gestionar el Proceso de la Demanda Estratégica en las TI (Doctoral dissertation, Informatica).
- [10] Benz, M. & Frey, B. S. (2007). Corporate Governance: ¿What Can We Learn From Public Governance? *Academy of Management Review*, vol. 32 (1), pp. 92-104.
- [11] Durisin, B. & Puzone, F. (2009). Maturation of Corporate Governance Research, 1993–2007: An assessment. *Corporate Governance: An International Review*, 17, (3), 266-291.
- [12] Parra, J. M. F., Pérez, M. V. L., & Hernández, A. M. L. (2014). Gobierno corporativo y sector público: un estudio bibliométrico en las principales revistas ISI. *Innovar: revista de ciencias administrativas y sociales*, 24(51), 79-98.
- [13] Muñoz Perriñán, I. L., & Ulloa Villegas, G. V. (2011). Gobierno de TI-Estado del arte. *Sistemas y Telemática*.
- [14] Véjar, V. L. (2014). El Gobierno TI es el único camino posible para asegurar que las áreas de sistemas contribuyen al éxito de las empresas. In *Gobierno de tecnología de Información: Tópicos Selectos de Ingeniería* (pp. 29-38). ECORFAN.
- [15] Bastida, L. (2008). Gobierno SOA: Elemento Clave en la Integración de Negocio y Tecnología. European Software Institute. Vizcaya. España.
- [16] Llorens Largo, F., & Fernández Martínez, A. (2009). Gobierno de las Tecnologías de la Información en Universidades. Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE).
- [17] Caviedes Vargas, A. F., & Murillo Reales, J. A. (2014). Gobierno de TI en PYMES: estado actual del gobierno de TI en empresas privadas de seguridad en Bogotá.
- [18] Soto, P. F. S. (2014). Gobierno y riesgos de TI. In *Gobierno de tecnología de Información: Tópicos Selectos de Ingeniería* (pp. 39-54). ECORFAN
- [19] Fernández, A., Hontoria, E., & Llorens, F. (2014). ¿Cómo gobiernan sus Tecnologías de la Información las universidades españolas?
- [20] Alfaro, V. M. (2014). ¿empleamos eficientemente las tecnologías de la información en la administración pública? *hamut'ay*, 1(1), 33-38

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA WEB Y DISPOSITIVOS MÓVILES DE INTERACCIÓN ENTRE CIUDADANOS Y RECICLADORES.

(DEVELOPMENT OF A WEB SYSTEM AND MOBILE DEVICES FOR INTERACTION BETWEEN CITIZENS AND RECYCLERS)

HD, Centeno (1) *
GE, Román (2) **

(1) Facultad de Informática y Electrónica, ESPOCH. EC060155.

(2) Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH. EC060155.

* (HD, Centeno) 0979124204, centenohd@hotmail.com

** (GE, Román) 0984807144, gaby_tefany@hotmail.com

RESUMEN

La contaminación en uno de los factores que nos afectan día a día como sociedad, en este sentido se decidió desarrollar un sistema para la web y dispositivos móviles de interacción entre ciudadanos y recicladores, dicho sistema está basado en una arquitectura que admite cambios y nuevos requerimientos, el objetivo del sistema es concientizar a la sociedad de no botar desechos en las calles o contenedores y por medio del sistema hacer donaciones a recicladores que se encuentran en la zona donde pertenecen, asimismo mostrar mediante un mapa puntos de recolección de material de acuerdo a su clasificación y por medio de la geolocalización puedan hacer trazo de rutas desde su punto de origen hasta el contenedor. Como resultado se obtuvo un sistema para la web y dispositivos móviles desarrollado en base a una arquitectura definida inicialmente en la cual se especifica cómo está constituida desde el motor de base de datos hasta su implementación con el usuario final; en conclusión la información presentada en los sistemas es la misma cumpliendo las expectativas para las cuales fueron desarrolladas.

Palabras clave: Desarrollo, sistema web, dispositivos móviles, ciudadanos, recicladores.

ABSTRACT

Pollution in one of the factors that affect us day by day as a society, in this sense it was decided to develop a system for the web and mobile devices of interaction between citizens and recyclers, this system is based on an architecture that admits changes and new requirements, The objective of the system is to make society aware of not dumping garbage in the streets or containers and through the system to make donations to recyclers located in the area where they belong, also to show through a map points of collection of material according to Their classification and through the geolocation can trace routes from their point of origin to the container. As a result we obtained a system for the web and mobile devices developed based on an initially defined architecture in which it is specified how it is constituted from the database engine until its implementation with the end user; In conclusion the information presented in the systems is the same fulfilling the expectations for which they were developed.

Key words: Development, web system, mobile devices, citizens, recyclers.

1. Introducción

Apostar por el desarrollo implica un complejo proceso, cuyo eje central es la sostenibilidad, desde un enfoque holístico y sistémico que considere las interacciones complejas y dinámicas de los problemas ambientales, sociales, culturales, económicos y políticos a los que se enfrentan los actuales procesos de desarrollo (1). La responsabilidad ética con las actuales y futuras generaciones y con el resto de especies es un principio esencial para prefigurar el desarrollo humano (2). Es así que el territorio se puede enfocar como una realidad geográfica, cultural, antropológica, histórica, física, psicológica, etológica, económica, entre otras. «Es una expresión compleja que conjuga al medio y a los componentes y procesos que contiene: grupos sociales, relaciones, conflictos. Vale decir, el territorio tiene un continente y un contenido, no se reduce solo a la complejidad de su continente físico-natural» (3).

En particular, el “espacio, caracterizado por algunos como territorio deja de ser un contenedor de recursos, elementos, personas o actividades y constituye parte fundamental de la transformación de agentes y territorios relacionados” (4). Dado que la economía depende de la naturaleza y es parte de un sistema mayor, el ecosistema, soporte de la vida como proveedor de recursos (5) y el principal derecho universal de la naturaleza debería ser el que pueda seguir existiendo, pero también, que pueda seguir ofreciendo los medios de vida necesarios para que nuestras sociedades puedan vivir con el Sumak Kawsay (6) el cual apunta a la felicidad de la gente y no significa vivir mejor cada día en una locura de acumulación, de crecimiento infinito que es imposible; significa vivir bien satisfaciendo necesidades básicas, en armonía con uno mismo y con la naturaleza que permite entre otros aspectos el desarrollo humano y social.

En relación a lo mencionado, la forma como la sociedad despacha sus residuos ejerce marcados efectos sobre la calidad de vida de la población que habita en un determinado espacio, así se puede mencionar que los problemas generados por las modalidades que presenta el proceso de recolección y disposición de basura en las ciudades constituyen una cuestión insoslayable para la temática ambiental (7), generando impactos ambientales que es el efecto causado por el desarrollo de las actividades humanas sobre el medio ambiente, lo que puede tener consecuencias sobre la salud de la población, la calidad del aire y la belleza paisajística (8). Desde esta perspectiva, la sociedad humana siempre ha generado desechos, resultantes de los procesos de producción y consumo para satisfacer sus necesidades, tarde o temprano, los recursos naturales extraídos de bosques, minas, pozos, mantos acuíferos y de la tierra misma se convierten en basura, desperdicios o residuos (9) debido a esto se reconoce el derecho de la población a vivir en armonía con la naturaleza, entendida no solo como proveedora de recursos, siendo definida como “el espacio donde se realiza la vida”.

La cuestión de los residuos afecta en general, y de forma horizontal, a todas las actividades, personas y espacios, convirtiéndose en problema no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico (10). Con ello, la demanda creciente de los recursos naturales renovables está obligando a que estos sean utilizados de manera racional y sostenida para evitar su agotamiento, en los residuos sólidos existen numerosos subproductos que pueden ser nuevamente utilizados como materia prima; el retiro de materiales reutilizables o reciclables del flujo de la basura disminuye el volumen y la cantidad de los desperdicios que son enviados a disposición final, lo cual resulta de beneficio para el medio ambiente (11).

En este contexto, la reducción o minimización de la basura es definida como cualquier técnica, proceso o actividad que evite, elimine o reduzca un desecho desde su fuente u origen (12) la clasificación y la minimización de la basura se hace cada vez más necesaria ya que el incremento poblacional y la urbanización acelerada de los territorios (13) han ocasionado un flujo de basura incontrolado provocando costos sociales y económicos crecientes asociados a su recolección, manejo y disposición final (14,15). La responsabilidad de la gestión de los residuos es tarea de la Administración Pública. Sin embargo, los ciudadanos no tienen la perspectiva de su propia responsabilidad en esta actividad percibiéndola como algo secundario (16).

La conducta de separación de residuos ha sido una de las más estudiadas dentro de la Psicología Ambiental por ser uno de los comportamientos pro-ambientales más importantes dentro del campo de la intervención y la participación (17). El fenómeno de la recolección y venta de materiales reciclables se ha extendido en varios países latinoamericanos y del resto del mundo. En general, suele ser una actividad muy difundida en las ciudades densamente pobladas, y si bien esta tarea puede remontarse a finales del siglo XIX, se masificó durante las últimas décadas debido al incremento de la desocupación (18). En todas las grandes ciudades de América Latina y el Caribe existe una multiplicidad de personas que recolectan, separan y comercializan materiales tales como cartón, papel, vidrio, plástico o metal, y hacen de esta actividad su principal fuente de ingresos, genéricamente conocidos como “recicladores informales” (19). El deterioro de salud física y psicológica de los recicladores conlleva síntomas como una visión borrosa, cefaleas, náuseas, enfermedades de la piel, respiratorias, digestivas, infectocontagiosas, tristeza, ansiedad, angustia, temores intensos son aceptados como condiciones frecuentes leves y normales, aun cuando perciben que con el tiempo se van incrementando y los efectos pueden ser extremadamente negativos (20).

La asignación de la categoría de “basura” conlleva cierto grado de subjetividad; es decir, no todos tienen el mismo concepto de basura ni descartan como indeseable el mismo tipo de desperdicios o materiales en este sentido, lo que para una persona es basura, para otra puede ser útil o incluso valioso. Este aspecto implica que el problema de la basura puede ser considerado una cuestión de reubicación de los materiales descartados de unas personas a otras y de unos usos a otros (21). Los desechos sólidos incluyen principalmente los desechos domésticos (basura doméstica), a veces con la adición de los desechos comerciales recogidos en una zona determinada, ya sea en estado sólido o semisólido. El término desechos residuales se refiere a los desechos que quedan de las fuentes de materiales que contienen los hogares que no han sido separados o enviados para su procesamiento (22).

El reciclado y la valorización se definen como todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, incluida la incineración con recuperación de energía, sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios en el medio ambiente. La calidad de los papeles de desperdicio en tanto nueva materia prima, está determinada por la calidad de las fibras (tipo de papel recuperado) y su grado de contaminación (naturaleza y cantidad de sustancias contaminantes). Tanto que los productos del reciclado abarcan papeles y cartones de distintos tipos que no requieren demasiada limpieza, y otros de mejor calidad, como tisú o impresión y escritura, que exigen procesos más complejos. Los cartones representan alrededor del 40% en volumen del papel reciclado a nivel mundial, los periódicos y revistas cerca del 30%, las mezclas de papel recuperado un 21%, en tanto que los papeles de calidad representan menos del 10% (23).

Por consiguiente, la contaminación en las calles es un problema que incumbe a todas y todos como ciudadanas (os) debido a que se tiene un mal hábito de arrojar basura en las calles sin saber que estos desechos se pueden vender y ganar un dinero extra por hacerlo, además de hacer una buena labor social con los recicladores. En las calles se puede evidenciar que la gente bota gran cantidad de basura dentro o fuera de contenedores, de la misma manera se puede observar a personas que se dedican a la labor de reciclar en las calles o a su vez dentro de contenedores de basura exponiendo su salud e integridad como seres humanos. Partiendo de esta necesidad el principal objetivo que se persigue en el presente artículo es desarrollar un sistema web y dispositivos móviles de interacción entre ciudadanos y recicladores a través de la definición de la arquitectura del sistema y el desarrollo del mismo con sistema Android y Windows Phone.

El sistema tiene dos tipos de usuarios que son los donantes y los recicladores; el usuario donante es quien regala o dona material reciclable al reciclador, una vez el donante tiene una cierta cantidad de material almacenado en su hogar o negocio por medio del sistema indicará cual reciclador quiere que vaya a su casa para que lo retire; al reciclador se le notificará por medio de mensajes de texto la ubicación del reciclador para que acuda, con la finalidad de concientizar a la ciudadanía para que no arroje material reciclable en las calles o basureros y que caso contrario donen dicho material a recicladores ayudando de esta manera en su salud e integridad humana. En tal sentido, se realizó la ubicación de un mapa en el sistema donde se da a conocer puntos de reciclado y tachos de basura donde se pueden colocar los desechos; con ello se aspira disminuir el número de gente recolectando material reciclable en las calles, por ende se promoverán buenas prácticas de reciclado de desechos y el adecuado manejo de los mismos.

2. Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en base al siguiente procedimiento:

2.1. Definición de la arquitectura del sistema para la web y dispositivos móviles

Para el desarrollo del sistema se empezó por definir la arquitectura del mismo, considerando que el sistema constaría de una parte web y una parte móvil en la cual se define un motor de base de datos que está directamente ligado al sitio web y por medio de servicios json se comunica con la aplicación móvil.

2.2. Desarrollo del sistema para la web y dispositivos móviles con sistema Android y Windows Phone

El sistema fue desarrollado para la web y dispositivos móviles con sistema Android y Windows Phone para lo cual se utilizaron varias herramientas que fueron escogidas por ser libres, por lo tanto no se tuvo la necesidad de adquirir licencias para su uso; las mismas se describen a continuación:

Herramientas para el desarrollo del sitio Web:

- **Lenguaje de marca HTML5:** utilizado para colocar todos los elementos que tiene el sitio.
- **Hojas de estilo CSS:** utilizado para dar forma a los elementos que contempla el sitio como son: colores, posición de las imágenes, tamaño y color de fuente entre otras.
- **Java Script:** usado para mostrar animaciones y otras opciones de experiencia de usuario.
- **Motor de base de datos MySQL:** utilizado para almacenar la información referente al sitio web y sistemas móviles.
- **PHP:** utilizado para establecer los métodos de conexión, inserción y consulta de información de la base de datos, además sirvió para el desarrollo de servicios JSON que serán consumidos desde

los dispositivos móviles.

Por otra parte, para el desarrollo del sistema móvil en Windows Phone y del sistema móvil en Android, se decidió desarrollar aplicaciones nativas debido que se hará uso de sensores como de ubicación y librerías específicas para el envío de mensajes de textos a los recicladores, tomando en cuenta que dichos sensores y librerías no facilita una aplicación híbrida.

Herramientas para el desarrollo del sistema móvil en Windows Phone:

- **IDE Visual Studio:** se hizo uso del lenguaje de programación C# para desarrollar el sistema móvil en el cual se desarrolló la interfaz de usuario y métodos necesarios para que el usuario pueda interactuar con la aplicación y los métodos del lado del cliente para poder conectarse con la base de datos alojada en el servidor.

Herramientas para el desarrollo del sistema móvil en Android:

- **Android Studio:** por medio del lenguaje de programación Java en donde se desarrolló la interfaz de usuario y métodos necesarios para consumir los servicios JSON que nos permite comunicarnos con la base de datos alojada en el servidor.

3. Resultados y Discusión

3.1. Arquitectura del sistema para la web y dispositivos móviles

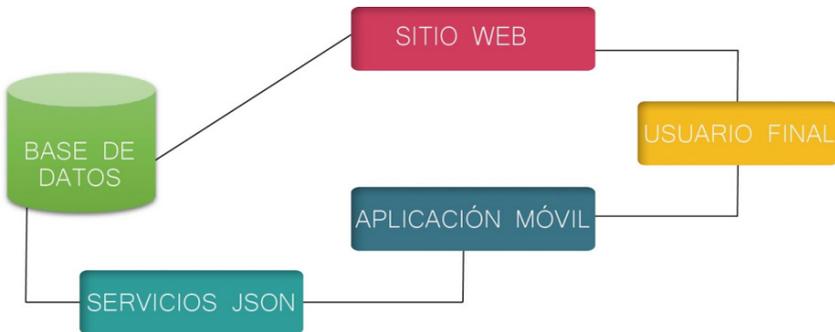


Fig. 1. Arquitectura del sistema para la web y dispositivos móviles.

En la arquitectura se define como está estructurado el sistema, para lo cual se tiene un motor de base de datos el mismo que se comunica con el sistema web y dispositivo móvil, en este sentido para la comunicación con el sistema web se lo hace de forma directa y para la comunicación con el sistema móvil se lo hace por medio de servicios json.

3.2. Sistema para la web y dispositivos móviles con sistema Android y Windows Phone

Consta con una aplicación móvil la cual está dirigida a la ciudadanía y consta con los siguientes módulos:



Fig. 2. Módulos de la aplicación.

- **Reciclaje:** esta opción dirige a un mapa en donde se encuentran las recicladoras para poder vender los desechos, dando la opción de trazo de rutas desde donde las personas se encuentren hasta la recicladora.
- **Contribuciones:** aquí podemos contribuir equipos electrónicos como CPU, monitores, teclados, etc. Evitando que se estos equipo contaminen al botarlos en un lugar incorrecto.
- **Ver contribuciones:** aquí podemos ver las personas que han contribuido los equipos electrónicos y desde donde contribuyeron.
- **Códigos Qr:** la idea en esta opción es ubicar códigos QR en cada tacho de basura dependiendo de su color y el usuario al momento de acercarse al tacho debe tomar una foto al QR y la aplicación de dirá qué tipo de desecho va en un determinado tacho.
- **Juegos:** aquí podemos encontrar un espacio de entretenimiento, en el cual veremos juegos educativos mismos que sirven como parte de instrucción de la manera correcta para tratar la basura.
- **Ayuda:** en esta opción encontraremos un manual de usuario o guía acerca del uso de la aplicación.



Fig. 3. Colores del reciclaje.

En el caso de los colores de los contenedores se tiene que el color azul, se deben depositar todo tipo de papeles y cartones, se puede encontrar en envases de cartón como cajas o envases de alimentos, periódicos, revistas, papeles de envolver o folletos publicitarios entre otros; en los contenedores amarillos se deben depositar todo tipo de envases y productos fabricados con plásticos como botellas, envases de alimentación o bolsas, las latas de conservas y de refrescos; en los contenedores de color verde se depositan envases de vidrio, como las botellas de bebidas alcohólicas, es importante no utilizar estos contenedores para cerámica o cristal, ya que encarecen notablemente el reciclaje de este tipo de material; los contenedores de color rojo aunque poco habituales, son muy útiles y uno de los que evitan una mayor contaminación ambiental, almacenan desechos peligrosos como baterías, pilas, insecticidas, aceites, aerosoles, o productos tecnológicos; en los contenedores de color gris, se deposita en ellos materia biodegradable; finalmente aunque es difícil encontrar un contenedor de color naranja, estos se utilizan exclusivamente para

material orgánico.

Considerando los diversos peligros que incluyen que un reciclador entre a los contenedores de basura para buscar desechos el sistema fue creado con la finalidad que los donadores se registren en la web y puedan donar los materiales que tienen en sus hogares.



Fig. 4. Funcionamiento del sistema.

En la Fig. 4 se evidencia los dos funcionamientos del sistema que se describen a continuación: El primer funcionamiento se enfoca en ubicar los diferentes puntos de recolección de material de acuerdo a su clasificación de tal manera que si una persona tiene un desecho por medio de la aplicación móvil hará una petición por medio de internet al sistema especificando qué tipo de desecho tiene y la aplicación móvil recibirá una respuesta mostrando un mapa en el cual se indique los lugares donde puede depositar y por medio de la geolocalización le trazará una ruta para llegar hasta el lugar indicado.

El otro funcionamiento y el principal trata que un donador realice una donación por medio de sistema para lo cual el donador hará una petición al sistema indicando que quiere realizar una contribución y como respuesta tendrá los recicladores de su zona por lo tanto el donador debe escoger al reciclador a quien desea donar e inmediatamente recibirá un mensaje de texto en el cual se le especifique la ubicación y que tipo de material le va a ser concedido.

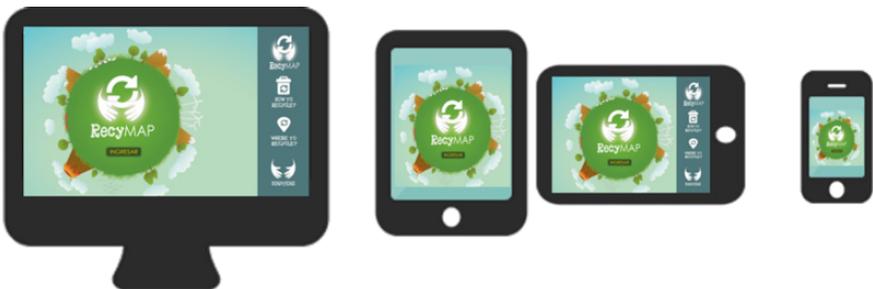


Fig. 5. Vista de la aplicación final.

En la Fig. 5 se puede observar que el sistema realizado fue diseñado para que pueda ser eviden-

ciado en diferentes tipos de dispositivos muy independiente de su tamaño de pantalla, por lo tanto, se optó por un diseño responsive, también se cuenta con aplicaciones nativas para dispositivos móviles con Android y Windows Phone.

En el proceso de investigación no se encontró proyectos de sistemas similares o con funciones que se asemejan a las de nuestro sistema por lo tanto no se pudo realizar un análisis de resultados.

4. Conclusiones

Se presentan las siguientes conclusiones en función a los objetivos planteados:

Ante un mal hábito de aprovechamiento de los desechos sólidos que contaminan las calles, surgió la necesidad del desarrollo de un sistema para la web y dispositivos móviles de interacción entre ciudadanos y recicladores que posibilite un cambio en beneficio del medio ambiente y la calidad de vida de las personas. El cual, pretende ser un referente en temas de reciclaje disminuyendo de esta manera la cantidad de desperdicios que son enviados a una disposición final; diseñado con tecnologías integradas que son libres de adquirir como son el lenguaje de marca HTML5, hojas de estilo CSS, Java Script, motor de base de datos MySQL, PHP, IDE Visual Studio y Android Studio; con el fin de generar conciencia ambiental para crear una conducta de separación de residuos sólidos por parte de los ciudadanos y la disminución del número de personas que se dedica a recolectar material reciclable en los contenedores de basura.

La arquitectura para el desarrollo del sistema, es la adecuada pues está diseñada de acuerdo a las necesidades; y acepta posibles cambios o admite agregar más requerimientos, es así que el sistema para la web y dispositivos móviles son alimentados de una misma base de datos, por lo tanto, la información presentada es la misma cumpliendo las expectativas para las cuales fueron desarrolladas.

El aporte del sistema en apoyar a los recicladores para que tengan un modelo inclusivo de trabajo y de esta manera dignifiquen su actividad; se enfoca en fortalecer los vínculos entre ciudadanos, recicladores y territorio con el desarrollo de la actividad del reciclaje, encaminado a la recuperación de los desechos sólidos, los mismos que podrán ser aprovechados o reutilizados como materia prima en la elaboración de nuevos productos, trayendo consigo beneficios económicos, sociales y ecológicos para disminuir los desechos destinados al botadero lo que impulsa el desarrollo sostenible; con ello contribuir a la construcción de una ciudad más limpia y ordenada.

Se realiza la siguiente recomendación:

El sistema desarrollado necesita apoyo para su aplicación, en este sentido una coordinación con el GAD del cantón Riobamba mejoraría la recolección de los residuos sólidos que sirven para reciclaje, a través de un análisis enfocado en los estratos sociales y de las zonas donde existan mayor cantidad de residuos sólidos en la ciudad, visto como un modelo inclusivo de personas que se dedican a esta actividad.

Agradecimientos

Se agradece a la ciudadanía en general y a los recicladores quienes dieron su aporte para recabar información y de esta manera poder conocer las necesidades que surgen en las calles y basureras, contribuyendo a establecer los requerimientos del sistema, de igual forma se agradece a la asociación de recicladores de la ciudad de Riobamba quienes fueron eje fundamental en reflejarnos la realidad de su ardua labor en la búsqueda de mejorar su calidad de vida.

Conflicto de intereses

Se puede manifestar que no existen conflictos de interés particular por parte de ninguno de los autores, en el desarrollo del sistema, por lo tanto, los resultados obtenidos en el mismo no se verán afectados de manera directa ni indirecta.

Referencias

1. CODESPA. (2011). Modelo de Gestión del Turismo Rural Comunitario: Una Experiencia Regional Andina. Lima-Perú [11]. [Internet]. [citado 26 abril 2017]. Disponible en: <http://www.bibliotecavirtual.info/wp-content/uploads/2013/02/modelo-gestion-turismo-rural-comunitario-codespa.pdf>
2. Rivadeneira, G. (2013). La sociedad ideal. [Internet]. [citado 26 abril 2017]. Disponible en: http://www.ecuadorinmediato.com:8080/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=197645&umt=discurso_presidenta_asamblea_gabriela_rivadeneira
3. Bozzano, H. (2000). Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles. Aportes para una Teoría Territorial del Ambiente. Buenos Aires: Editorial Espacio. pp. 28, 29.
4. Ramírez & Velázquez. (2011). Espacio-tiempo y territorio. Ciudades Puebla, México, Red Nacional de Investigación Urbana. p. 28.
5. Falconí, F. (2005). La construcción de una macroeconomía con cimientos ecológicos. En Acosta, A. y Falconí, F. (Eds.), *Asedios a lo imposible: Propuestas económicas en construcción*. Quito: Flacso-ILDIS. p. 79.
6. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. SENPLADES. (2013). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - 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). p. 520.
7. Castillo, H., Camarena, M., & Ziccardi, A. (1987). Basura: Procesos de trabajo e impactos en el medio ambiente urbano. *Estudios demográficos y urbanos*, 513-543.
8. Espinoza, G. (2002). Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. (No. C056.001). BID/CED.
9. Medina, M. (1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera Norte*, 11(21), 1-25.
10. Del Val, A. (2004). Tratamiento de los residuos sólidos urbanos. *Cuadernos de investigación urbanística*, (41), 19-48.
11. Maldonado, L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Revista Ingeniería*, 10(1), 59-68.
12. Williams P. T. (1998). *Waste treatment and disposal*. 1st edition. Wiley & Sons, England.
13. Buenrostro, O., Bocco, G., & Bernache G. (2001). Urban solid waste generation and disposal in Mexico. A case study. "Waste Management and Research" 19, 169-76.
14. Castillo, H. (1983). *The Garbage Society: Caciquism in Mexico City*. Publicación de la UNAM, Instituto de Ciencias Sociales, México.
15. Castillo, H. (2003). Garbage work and society. "Resources, Conservation and Recycling". 39, 193-210.
16. García, T., Espluga, J., Minguélez, F & Sáez, LI. (2001). *Ciencias Ambientales*.
17. Duran, M., Alzate, M. & Sabucedo, J. (2006). La influencia de la norma personal y la TAP en la conducta de separación de residuos. En J.A. Corraliza, J. Berenguer y R. Martín (Eds.), *Medio ambiente, bienestar humano y responsabilidad ecológica* (pp 305-309). Madrid: Resma y Fundación General de la UAM.
18. Villanova, N. (2012). ¿Excluidos o incluidos?: Recuperadores de materiales reciclables en Latinoamérica. *Revista mexicana de sociología*, 74(2), 245-274.
19. Organización Panamericana de la Salud. OPS. (2005). Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.
20. Solíz, M. (2013). Procesos psicosociales en recicladores (as) del basural a cielo abierto de Portoviejo. *Revista Latinoamericana de Psicología Social*, 2(2), 91-123.
21. Pineda, N., & Loera Burnes, E. (2007). Bien recolectada pero mal tratada: El manejo municipi-

- pal de la basura en Ciudad Obregón, Hermosillo y Nogales, Sonora. *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 15(30), 168-193.
22. Flores, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, 34(27), 121-144.
23. Mutjé, P., Pèlach, M. & Barberà, L. (2008). Estado actual del reciclado de papel y cartón en la industria papelera. “Capítulo V del libro *Panorama de Celulosa y Papel en Ibero-América 2008*”, Red Ibero-Americana de Celulosa y Papel. CYTED, Bs.As., 203-234.

PROCESAMIENTO DE SEÑALES MIOELÉCTRICAS PARA CONTROL DE UNA PRÓTESIS ROBÓTICA

(PROCESSING OF MYOELECTRIC SIGNALS FOR CONTROL OF ROBOTIC PROSTHESIS)

H.E. Bravo-Ramírez(1), R.G. Borja-Urrea(1), K.A. Chulde-Quiroz(1), A.F. Lema-Ilguan(1), T.F. Flores-Pulgar(2)*

(1) Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060154.

(2) Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060154.

*Correspondencia. Tel.: 00 593 98 818 2576, E-mail: tfloresp@esepoch.edu.ec (T.F. Flores Pulgar)

RESUMEN

El procesamiento de señales mioeléctricas se basa en la selección y filtración de las señales, en su mayoría, las prótesis usan un control de sensores mioeléctricos para su funcionamiento. El objetivo de usar las señales mioeléctricas es obtener una referencia de tipo analógica con la que se pueda manipular la prótesis robótica. Las señales mioeléctricas son proporcionadas a partir de las señales del músculo al contraerse y flexionarse y, que es el resultado de una reacción química que produce el cuerpo. Para el procesamiento de las señales se utiliza un controlador dedicado de modelo SHIELD-EMG-EKG-PA Arduino con Electromiography EMG Electrodes ya que nos permite programar las señales de tal manera que se logre un mejor uso de estas.

Palabras claves: Mano Robótica, Mioeléctrica, Electrodo, Arduino

ABSTRACT

The myoelectric signal processing is based on selection and filtration of signals, prosthesis using myoelectric control sensors for their work. The objective for use the myoelectric signals is obtains a reference (that means, the analogic signal) to manipulate the robotic prosthesis. Myoelectric signals are obtained from muscles signals in moment of flex and constraint, and this is result of chemical reaction produce by the body. For processing these signals, a dedicated controller is used, this controller is called SHIELD-EMG-EKG-PA Arduino, is used too Electromiography EMG Electrodes. We can use these signals and programming then to obtain the best use of it.

Key words: Robotic Hand, Myoelectric, Electrodes, Arduino

1. Introducción

En la actualidad, el desarrollo de nuevas tecnologías como Arduino (1) que implementa el software libre, en conjunto con el hardware y que han permitido el desarrollo de shields dedicados para distintos fines (2), en el propósito del procesamiento de señales se destaca el uso de un shield denominado SHIELD-EMG-EKG-PA Arduino Electromiography EMG (Fig. 1), el cual es una placa multipropósito capaz de procesar señales de electromiografía y electrocardiogramas, ya que está compuesta de amplificadores operacionales de instrumentación con altos índices de eficiencia, y además, posee un filtrado del ruido obteniendo así un mejor resultado en tiempo real. Además de eso, utiliza técnicas para extracción y procesamiento de señales, las cuales son me-

didadas de la actividad eléctrica generada por una neurona (o grupo neuronal), o sobre un músculo determinado (3). La información extraída de las señales EMGS, es seleccionada de tal manera que se minimice el error en el control de los sistemas de prótesis mioeléctricas. La tendencia en el control de prótesis de membranas durante la contracción espontánea es a partir de señales EMGS (4).

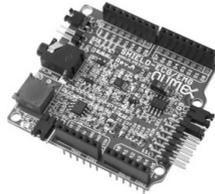


Fig. 1 SHIELD-EMG-EKG-PA (Fuente: rlx.sk, 2016)

El estudio está dividido en cuatro secciones, en la sección I se ha desarrollado la introducción al tema, luego en la sección II hemos revisado la forma en que las señales son obtenidas, para continuar en la sección III donde se explica como las señales obtenidas son tratadas, y finalmente, en la sección IV, mostramos las conclusiones y recomendaciones.

2. Metodología y Desarrollo

2.1 Adquisición de Señales

Para tener registros claros de EMG es necesario depurar o filtrar la información, esto se logra usando amplificadores operaciones con los cuales se construyen filtros analógicos para obtener registros únicamente de EMG (5), estas señales se presentan en el rango de frecuencia de 10 a 500 Hz. Sin embargo, las señales de ruido provenientes por el movimiento de los cables y de los artefactos se encuentran entre 0 y 15 Hz, es por eso que es necesario tener un filtro en el procesamiento de la señal. Fig. 2.

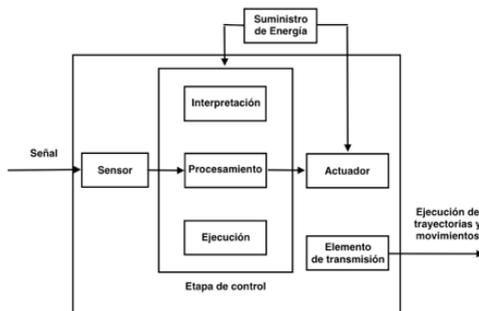


Fig. 2 Adquisición de Señales (Fuente: Autores)

La gran mayoría de prótesis de manos robóticas usan un control de sensores mioeléctricos para su funcionamiento, Fig. 3. Las señales mioeléctricas son señales producidas por un músculo al contraerse y flexionarse, estas pequeñas señales eléctricas que también se les conoce como Elec-

tromiograma, es el resultado de una reacción química que produce el cuerpo.



Fig. 3 Electromiógrafo (Fuente: Olimex, 2016)

Para obtener estas señales se utilizan los sensores llamados electrodos, los mismos que van pegados a la piel, y su contacto con la misma nos permite registrar las señales musculares que luego serán utilizadas como señales de control para el movimiento en este caso, de la mano.

En la Fig. 4 podemos ver un ejemplo de un control mioeléctrico, en el cual, la señal es captada por medio de los electrodos, luego esta es amplificada y después procesada por medio de un sistema de control, el cual va a conmutar todos los elementos actuadores para producir el movimiento (6).

En este tipo de sistemas se utilizan actuadores eléctricos. Estos actuadores son los más usados ya que poseen una alta eficiencia, disponibilidad y tamaños compactos. En este tipo de actuadores están los motores de corriente continua, servomotores, aleaciones con memoria de forma y motores ultrasónicos.

2.2 Características del electromiógrafo

- Adecuado para electrocardiografía - supervisión y recopilación de datos.
- Escudo apilable (de paso a través de las cabeceras) - hasta 6 escudos forman 6 canales; montado una encima de la otra y por cable a las entradas analógicas A0-A6.
- Hardware abierto, proyecto de software abierto.
- Los usuarios tienen acceso a todos los documentos de diseño. Generación de la señal de calibración de salida digital D4/D9.
- Potenciómetro de ajuste preciso para la calibración (todas las placas se envían completamente ensambladas, probadas y calibradas).
- Conector de entrada para electrodos pasivos o activos.
- Funciona con 3.3 V y 5 V tableros Arduino.
- Ejemplos disponibles para Arduino, Pinguino y Maple.

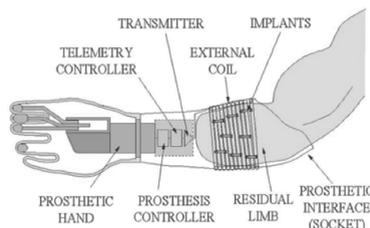


Fig. 4 Ejemplo de control mioeléctrico (Fuente: Philippi T., 2015)

3. Resultados

En esta etapa la sonda de electrodos es la encargada del proceso de toma de señales desde el brazo humano Fig. 4, los electrodos envían la señal a la tarjeta SHIELD-EMG-EKG-PA, la cual, se encarga de procesar la señal para mover cada uno de los servos que se encargan de controlar cada uno de los movimientos de los dedos.

El microcontrolador que se utiliza para el desarrollo de este proyecto es un Arduino y será el encargado del control de todo el sistema. Dado la adquisición de señales analógicas y luego el control de los servos de la mano en conjunto a un armazón de banco de sensores rotacionales que servirán de punto de referencia al sistema final. Se requerirá del uso de conocimientos técnicos para esta área. Actualmente la programación varía según el fabricante pero al final se llega al mismo propósito.

La señal mioeléctrica o señal EMG estará corrupta con ruido proveniente de varias fuentes, entre estas predomina la frecuencia de 60 Hz de la línea eléctrica y ruido blanco existente en el ambiente. Es por eso que, a la señal a analizar se le aplicará un acondicionamiento basado en amplificadores instrumentales o amplificadores con alto rechazo al modo común y filtros analógicos, donde su objetivo será que la señal EMG sea pura y sin ruido de por medio.

Una vez que la señal es pura, se rectificaran los valores positivos para luego aplicar un detector de envolvente para tener una señal que muestre la actividad del músculo estudiado, el cual estará ligado al movimiento de una extremidad.

La fuerza de contracción muscular total se incrementa por medio de dos mecanismos: el reclutamiento de unidades motoras previamente inactivas y el incremento de la frecuencia de descarga de unidades ya activas.

La señal mioeléctrica es la integración temporal y espacial de todos los potenciales de acción de la unidad motora detectados utilizando uno o dos electrodos a partir de un cierto volumen de tejido. La señal mioeléctrica, cuando se amplifica y se registra, se denomina electromiograma, y el proceso de obtención, análisis y procesamiento de señales electromiográficas (EMG) se denomina electromiografía.

Luego de este proceso analógico se estará realizando un proceso digital por microcontroladores con el fin de establecer una relación de la actividad mioeléctrica del músculo y los actuadores de un robot basado en algoritmos de programación usando como referencia los valores de los potenciales del sistema y como realimentación la señal EMG. Esto se detalla en la Fig. 2, siendo el diagrama de bloques del sistema de acondicionamiento EMG.

Dado el caso que la señal EMG este perturbada por el ruido blanco externo, entonces se procede a realizar una amplificación especial donde el factor crucial será el CMRR, permitiendo así eliminar en lo posible el ruido común que se encuentra en ambos extremos del cable extensor de los Electrodos EMG. Además, es necesario tener una corriente mínima en los electrodos, es por eso que el circuito integrado principal en el desarrollo del proyecto será de tecnología JFET, en el cual, la corriente de flujo en los electrodos está en el orden los nano Amperios (inferior a los 0.2 nA). En caso contrario, fluiría una corriente significativa por los electrodos, este los desgastaría prontamente y haría variar los resultados finales. El proceso de acondicionamiento es aquel que

permita tener la señal EMG, en lo mejor posible, libre de ruido externo e intrínseco. Es por eso que el uso de filtros análogos es inevitable antes de comenzar el procesamiento digital de la señal.

4. Conclusiones y Recomendaciones

La portabilidad del producto debe ser clave para el transporte fácil del equipo o sistema completo, donde estén principalmente los sistemas análogos y discretos, como también los sensores EMG con una amplificación diferencial y con un alto índice de rechazo al modo común, para este caso, el ruido.

Una vez muestreada la señal mioeléctrica captada de zonas específicas del cuerpo humano, en este caso, el brazo humano. Se empezarán a discriminar las señales provenientes del paciente con el uso de procesamiento de señales y el microcontrolador tendrá un algoritmo de procesamiento digital, el cual, permitirá tener filtros digitales o bancos de filtros; permitiendo realizar una síntesis de la señal EMG. Este será el objetivo principal, el cual traerá como consecuencia el desarrollo de prótesis robóticas.

Tener en cuenta que la unidad se puede utilizar para la electroencefalografía, hasta cierto punto, sin embargo, tal uso no está concebido por su diseño. El diseño no proporciona la precisión necesaria para un buen EEG y si se está interesado en este campo, se debe tener en cuenta la tabla de EEG-SMT.

La utilización de estos dispositivos con tolerancia alta produce incertidumbre a la respuesta del sistema, y por ello es que se recomienda altamente, realizar las mediciones de los componentes tan elementales como la resistencia, conductancia e impedancia de la línea de transmisión, a fin de conseguir la mayor precisión posible para que el producto sea estable.

Agradecimientos

Los autores aprecian el apoyo brindado por la Escuela de Electrónica y Control Industrial de la ESPOCH a través del uso de los equipos y laboratorios para la implementación de este trabajo y a las personas que revisaron este artículo gracias por sus valiosos comentarios.

Referencias

1. De Luca, C.J. Electromyography. Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, pp: 98-109, John Wiley Publisher; 2006.
2. Bronzino, Joseph D, The Biomedical Engineering Handbook- Biomedical Engineering Fundamentals, Third Edition, Ed., Chapter 25: CRC Press; 2006.
3. De Luca, C. J., The use of surface electromyography in biomechanics, Journal of Applied Biomechanics, 13 (2): 135-163.
4. Weiss, L., Weiss, L.D., Silver, J.K., Weiss, J., (MD.). Easy EMG: a guide to performing nerve conduction studies and electromyography”, Ed. Butterworth-Heinemann, Appendix 2 Figures to Table 5.4 Common muscles innervation, location and needle placement. 2004.
5. Raut, R., and Swamy, M.N.S., Modern Analog Filter Analysis and Design. A Practical Approach, Weinheim, ISBN: 978-3-527-40766-8. Pags. 110-112: Ed. WILEY-VCH Verlag GmbH Co. KGaA; 2010.
6. Philippi, T., Troyk, P., Advancing prosthetic limb technology with robotics, [Internet]. 2016. Disponible en: http://www.electronicproducts.com/Sensors_and_Transducers/Sensors_and_

Transducers/Advancing_prosthetic_limb_technology_with_robotics.aspx

7. Rlx.sk, [Internet]. 2017. Disponible en: <http://rlx.sk/sk/biometric-medical-e-health-sensor-eeg-ekg/1155-shield-ekg-emg-ekg-emg-shield-for-arduino-compatible-board.html>

8. Olimex.com, [Internet]. 2016. Disponible en: <https://www.olimex.com/Products/Duino/Shields/SHIELD-EKG-EMG-PA/open-source-hardware>.

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR ECUATORIANAS: ARTÍCULO DE REVISIÓN

(TECHNOLOGICAL TRANSFER IN ECUADORIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: ARTICLE REVIEW)

X, Lopez-Mendoza(1)*, M, Mazon-Fierro (1), D, Velasco Silva (1) D, Nancy Loja (2)

(1) Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Chimborazo. 060150.

(2) U.A Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Machala. 060150.

*Correspondencia. Tel.: 0998906402, Fax: 033730880, E-mail: xlopez@unach.edu.ec (X,Lopez-Mendoza)

RESUMEN

La transferencia tecnológica hace referencia al proceso mediante el cual la ciencia y la tecnología que son generadas por universidades, agencias gubernamentales o centros de investigación son transmitidas a un beneficiario, proceso por el cual se puede obtener una recompensa económica a la inversión realizada en la investigación. Desde este punto de vista las universidades pueden ser una fuente importante de ingreso de recursos económicos para los países, por lo que se ve la necesidad de identificar los principales agentes, mecanismos y factores que intervienen en la transferencia a fin de tener un proceso exitoso. En este artículo se presentan los principales componentes del proceso de transferencia en las Instituciones de Educación Superior; para la identificación de estos componentes se realizó una revisión bibliográfica en base a una adaptación de la metodología de Kitchenham, tomando como base la propuesta utilizada en otros artículos. No se ha realizado anteriormente un estudio en el cual se relacionan todos los componentes que intervienen en la transferencia tecnológica y el éxito; por lo que mediante un análisis estadístico se pudo determinar una relación directamente proporcional entre el éxito científico, social y económico.

Palabras claves: Transferencia tecnológica; factores de transferencia tecnológica; mecanismos transferencia tecnológica; agentes transferencia tecnológica.

ABSTRACT

Technological transfer refers to the process by which science and technology that are generated by universities, government agencies or research centers are transmitted to a beneficiary, a process by which an economic reward can be obtained for research investment. In this context, universities can be an important source of income for the countries, so it is necessary to identify the main agents, mechanisms and factors involved in the transfer in order to have a successful process. This article presents the main components of the transfer process in Higher Education Institutions; for the identification of these components a bibliographic review was made based on an adaptation of the Kitchenham methodology, based on the proposal used in other articles. A study in which all the components involved in technological transfer and success have not been done previously; So that a statistical analysis could determine a directly proportional relationship between scientific, social and economic success.

Key words: Technology transfer; technology transfer factors; technology transfer mechanisms; technology transfer models.

1. Introducción

La transferencia de tecnología (TT) hace referencia al proceso mediante el cual la ciencia y la tecnología que son generadas por universidades, agencias gubernamentales o centros de investigación son transmitidas o entregadas a un tercero o beneficiario, proceso por el cual se puede obtener una recompensa económica a la inversión realizada en la investigación.

La transferencia tecnológica universidad - industria según (1) se menciona en el informe hecho por Vannevar Bush para el Presidente Truman en 1945 titulado: 'Science: The Endless Frontier'; después del éxito del proyecto Manhattan, que demostró la importancia de la investigación académica como propulsora de la economía. La sociedad le ha asignado a las universidades y a los centros de investigación, la misión exclusiva de producción de conocimiento; las mismas que al ser componentes fundamentales de cualquier sistema nacional de innovación, proporcionan el capital humano y los conocimientos necesarios para que la industria y los sistemas productivos puedan innovar y tornarse más competitivos (2,3,4).

(5 y 6) señalan que la transferencia tecnológica es un nexo entre la universidad y las empresas, por una parte la universidad puede impulsar a actividades de investigación, conocimiento y actualización de la problemática empresarial y, por otra parte, la empresa puede acceder a la investigación y desarrollo de ciencia y tecnología, sin necesidad de personal propio. (7) y (8), manifiestan que los países desarrollados basan sus estrategias de vinculación entre universidad-gobierno-empresa para capitalizar el conocimiento e invierten en ciencia y tecnología para generar innovación.

La gran mayoría de universidades realiza transferencia, sin embargo no todas logran realizarla de manera exitosa, existen varios componentes que influyen o determinan su éxito y a pesar de que en la literatura se ha logrado identificar estos componentes, no se los ha relacionado.

El éxito en la transferencia tecnológica puede ser de tipo financiero, científico y social. El éxito financiero está medido por los réditos económicos o ganancias obtenidas, fruto del proceso de transferencia tecnológica; el éxito científico está medido por el número de publicaciones, patentes, productos o servicios tecnológicos transferidos, innovaciones desarrolladas, número de licencias y patentes en trámites de registro y el éxito social puede medirse por el nivel de posicionamiento de la empresa en el mercado, grado de satisfacción del producto o servicio transferido. El propósito de esta investigación es identificar los componentes que intervienen en la TT, a fin de responder a la pregunta de investigación planteada: ¿Cuáles son los componentes que intervienen en la transferencia tecnológica universidad-empresa y cómo estos se relacionan?

El presente artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección uno se realiza una introducción a la transferencia tecnológica, en la sección dos se indican los métodos utilizados en la investigación realizada, la sección tres presenta los resultados obtenidos y en la sección cuatro las conclusiones de este trabajo.

2. Metodología

Se realizó una revisión de literatura considerando los bancos ScienceDirect, Springer, ACM Digital Library, IEEE Xplore; cuyas publicaciones se encuentran en Journals, Conferences o Proceedings como lo muestra en la Figura 1. La investigación cubre el periodo comprendido desde el año 2009 a 2015 y se ha fundamentado en el procedimiento propuesto por Kitchenham, tomando como base la propuesta utilizada en los artículos: (9 y 10).

A partir de la literatura se identificaron los componentes, así como los aspectos más relevantes que contribuyen a su éxito, posteriormente se realizó un análisis para conocer si existe relación entre estos aspectos.

En la investigación también se desarrolló un instrumento con una escala de Likert en el que se in-

cluyeron los cuatro componentes de transferencia tecnológica que fueron identificados: agentes, mecanismos, fases y factores.

Los descriptores de la escala fueron 5 = muy de acuerdo, 4 = de acuerdo, 3 =, ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, y 1 =muy en desacuerdo.

Una vez que se contactó con 18 Instituciones de Educación Superior de Ecuador que tienen Centros de Transferencia Tecnológica se envió una encuesta electrónica a los Directores de TT o Vicerrectores de Investigación, con la garantía de que sus respuestas serían confidenciales.

Los datos fueron analizados en los paquetes estadísticos SPSS y Amos utilizados ampliamente en muchos campos, como ciencias de la conducta, la gestión sistema de información, la comercialización, la organización y estrategia de negocios.

3. Resultados y Discusión

En la investigación se analizaron los siguientes componentes: agentes, fases, mecanismos y factores. En el contexto de esta investigación, se han considerado las siguientes definiciones:

3.1 Agentes

Se refiere a los actores que están involucrados en la transferencia tecnológica (11,12 y 13), identificándose los siguientes tipos de agentes:

- El emisor o proveedor: Es la institución que ha generado el conocimiento y busca su transferencia, dependiendo del mecanismo de transferencia este generador puede actuar como investigador, inventor o emprendedor (11,14 y 13).
- El receptor. Es la institución interesada en llevar al mercado y explotar el conocimiento. Puede ser una empresa, una agencia del gobierno, una organización sin ánimo de lucro (11).
- El agente intermediario: Son las instituciones que apoyan a proveedores o receptores de transferencia tecnológica (11). Las universidades, en función de la modalidad de transferencia, pueden tener oficinas universitarias de gestión de la investigación, oficinas de licencia de patentes o centros de creación de empresas como las más conocidas.

3.2 Fases

Denominados también etapas que se siguen para iniciar, desarrollar y culminar el proceso de transferencia de tecnología. Varios autores determinan ciertas fases o etapas que forman parte del proceso de transferencia tecnológica como es el caso de (15) que señala cuatro etapas: identificación y evaluación de la oportunidad, desarrollo del plan de empresa, determinación de los recursos necesarios y gestión de la empresa resultante; (16) describe las siguientes etapas: búsqueda, evaluación, acercamiento, estrategia, desarrollo, explotación; (12), identifica la existencia de necesidad tecnológica en el receptor, existencia de oportunidad tecnológica en el proveedor, identificación del proveedor y receptor, negociación del acuerdo entre las partes, transferencia e implantación de la tecnología en el receptor; el modelo propuesto por el Instituto Tecnológico de Massachussets (17) señala las siguientes etapas: investigación, revisión teórica del desarrollo de la tecnología, evaluación del impacto en el mercado, protección intelectual, marketing, creación de nuevas empresas, análisis de estrategias de licenciamiento a empresas, licenciamiento, comercialización, generación de ingresos. Luego del estudio de varios trabajos se ha considerado analizar las diferentes etapas y poder organizarlas y unificarlas en las siguientes fases: Investigación, evaluación, identificación del proveedor y receptor de tecnología, estrategia, desarrollo y finalmente la etapa de transferencia e implementación.

3.3 Mecanismos de transferencia

Denominados canales de transferencia (18) y son los medios a través de los cuales se pueden transferir los resultados de investigación generados desde los centros de investigación universitarios al sector productivo. De los documentos seleccionados se han identificado los mecanismos descritos en la Tabla 1 y Tabla 2:

3.4 Factores

Son los aspectos que deben estar presentes para que un proceso de transferencia tecnológica sea exitoso (19). Se han identificado dos grupos: facilitadores e inhibidores, los mismos que han sido clasificados de acuerdo a dimensiones:

- Humana: Según (20) analiza al factor franqueza, conocimiento, formación de capital humano, preparación, habilidades de personal, flexibilidad, grupo de productividad, rendimiento laboral, competencia lingüística, entrenamiento organizacional y dominio del idioma; (21) describe a la aptitud, (22) señala a la experiencia y (23) al factor participación, cohesión grupal e interacción.
- Cultural: (24) señala a cultura organizacional, cultura empresarial, cultura de aprendizaje, apoyo de los compañeros, trabajo en equipo, aprendizaje de la organización.
- Organizacional: Según (20) analiza al rendimiento laboral, claridad del trabajo, descripción del trabajo, justificación de la formación, ascenso de profesiones, evaluación, beneficio inmediato, desarrollo de las profesiones, productividad del grupo, apoyo en la administración, liderazgo, imagen organizativa, compromiso de la administración.
- Tecnológico: (22) describe a la innovación, conciencia TI y uso de la tecnología.

De igual manera se describe a los factores que influyen de forma negativa clasificados en dimensiones como son:

- Entorno: (21) analiza el cumplimiento excesivo con las direcciones gubernamentales, (25) el daño a la moral, (26) analiza al exceso del entorno virtual; (23) a las implicaciones de política.
- Organizacional: (21) describe comercialización no apropiada y el cambio frecuente de director consorcio; (27) bajo marketing, excesiva tramitación, burocracia universitaria, duplicidad de esfuerzos, burocracia en la gestión y excesivo tecnicismo del personal docente.
- Tecnológico: Ineficacias en la gestión de capacidades tecnológicas (28) y (25) señala a la limitación de recursos.

Una vez que los componentes fueron identificados, se realizó el respectivo análisis con la finalidad de conocer si existe una relación entre estas dimensiones, además se puntualizaron aquellos aspectos que influyen en el éxito de la TT, como son el éxito financiero, científico y social; como resultado de este análisis se pudo determinar que existe una relación directamente proporcional entre los aspectos de éxito en la TT, como se muestra en la Fig 2.

3.5 Análisis de los resultados obtenidos

El análisis de fiabilidad y consistencia interna de la escala de aptitud tipo Likert aplicada al cuestionario, se realizó a través del estadístico Alfa de Cronbach en el paquete SPSS, la cual permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. Como criterio general, sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach: Coeficiente alfa >0.9 es excelente, Coeficiente alfa >0.8 es bueno, Coeficiente alfa >0.7 es aceptable, Coeficiente alfa >0.6 es cuestionable, Coeficiente alfa >0.5 es pobre, Coeficiente alfa <0.5 es inaceptable.

Se obtiene un Alfa de Cronbach del 0,839 lo cual indica que es un porcentaje bueno de fiabilidad del instrumento elegido para la obtención de información; como se muestra en la Tabla 3.

Con la ayuda del paquete estadístico se analizó la correlación de los tipos de éxito en la transferencia Tabla 4, existiendo una relación directamente proporcional entre ellos.

4. Conclusiones

Se han identificado como agentes a las entidades que intervienen en el proceso de transferencia tecnológica, clasificándose en proveedor, receptor e intermediario; entre los mecanismos de transferencia más utilizados, se encuentran el licenciamiento y comercialización de patentes, seguidas de las unidades de investigación, desarrollo y las incubadoras de empresas, encontrándose como mecanismos menos utilizados los parques y ciudades tecnológicas, mecanismos que deben ser promovidos.

De los artículos analizados, no se encuentran trabajos que integren los componentes de transferencia existentes, estos son estudiados de forma aislada.

Los factores que intervienen en el proceso de transferencia han sido obtenidos de la revisión y análisis de investigaciones, los cuales se basan en el comportamiento humano y organizacional; estos factores han sido consolidados y agrupados considerando la duplicación explícita y conceptual, en base a esto se han determinado factores importantes, que influyen en la transferencia tecnológica, que han sido clasificados de acuerdo al entorno organizacional, tecnológico, financiero y humano.

Es fundamental identificar las principales barreras estructurales e institucionales a la transferencia tecnológica, para que se desarrollen estrategias de mejoramiento a fin de que los procesos sean exitosos en los ámbitos sociales, financieros y científicos.

Referencias

1. Bremer, H. 1998. *University Technology Transfer: Evolution and Revolution*. Council on Governmental Relations (COGR). Washington. 13.
2. Kotsis, G. 2011. *New challenges for universities in the knowledge triangle*. IWAS. New York.
3. Sharif, N. 2012. *Innovation strategy, firm survival and relocation: the case of Hong Kong-owned manufacturing in Guangdong Province, China*. *Research Policy*. 41:69–78.
4. Thurner, T.W. 2015. *Knowledge inputs to science-and development-based regimes: evidence from the behavior of Russian RTOs*. *International Journal of Innovation Management*. 19:1550003.
5. Liu, Y. J. 2009. *Technological innovation system of university-industry cooperation and technology transfer of emerging economies: case study of Taiwans experience*. Portland International Conference on Management of Engineering & Technology. PICMET. IEEE. Portland.
6. Toole, A.A. 2015. *University research alliances, absorptive capacity, and the contribution of startups to employment growth*. *Economics of Innovation and New Technology*. 24:532–549.
7. Alshumaimri, A. 2010. *The university technology transfers revolution in Saudi Arabia*. *J. Technol. Transf.* 35:585–596.
8. Han, J. 2013. *The impact of technology transfer contract on a firm's market value in Korea*. *J. Technol. Transf.* 38:651–674.
9. Oseni, K. O., Dingley, K., y Hart, P. 2015. *Barriers facing e-Service Technology in developing countries: A structured literature review with Nigeria as a case study*. In *Information Society (i-Society). 2015 International Conference on*. IEEE.1:97-103.
10. Pashupatimath, G.H.R. 2015. *Global engineering offshore outsourcing – a literature*. *Int. J. Business and Systems Research*. 9:32–48
11. Schlie, R. 1987. *Indicators of International Technology Transfer*. Centre for the Interdiscipli-

- nary Study of Science and Technology. North Western University. Evanston. 23:32–36.
12. González, T. 2010. Triple Helix Model of relations among university, industry and government: a critical analysis. *Arbor- Ciencia Pensamiento y Cultura*. 185:739–755.
13. Khabiri, N. 2012. Identifying main influential elements in technology transfer process: a conceptual model. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 40:417–423.
14. Choi, H.J. 2009. Technology transfer issues and a new technology transfer model. *The Journal of Technology Studies*. 35:49–57.
15. Molero, J. 2008. The technology transfer revisited: basic concepts and new reflection from a model of excellence management. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*. 184:637–651.
16. TEURPIN 2001. *European Technology Transfer Guide to Best Practice*, Madrid.
17. Massachusetts, M.N. 2005. *Guide to Technology Transfer*, Massachusetts.
18. Khalil, T.M. 2000. *Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation*. McGraw-Hill Science. Engineering & Mathematics. Singapore.
19. Ramli, M.F. 2015. Success factors to reduce orientation and resources-related barriers in university-industry R&d collaboration particularly during development research stages. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 172:375–382.
20. Rasli, A. 2012. Identification of factors and attributes for effective transfer of IT training to the workplace. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 40:174–181.
21. Park, J-B. 2010. Facilitating public-to-private technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*. 35:237–252.
22. Talukder, M. 2012. Factors affecting the adoption of technological innovation by individual employees: an Australian study. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 40:52–57.
23. Min, J.A. 2014. What affects the corporate commercialization of public technology transfer in Korea. *Asian Journal of Technology Innovation*. 22:302–318.
24. Susanty, A., Handayani, N.U. y Henrawan, M.Y. 2012. Key success factors that influence knowledge transfer effectiveness: a case study of Garment Sentra at KabupatenSragen. *Procedia Economics and Finance*. 4:23–32.
25. Franza, R.M. 2012. Technology transfer contracts between R&D labs. *J. Technol. Transf.* 37:577–587.
26. Paramkusham, R. 2013. Inhibiting factors for knowledge transfer in info tech projects. *Journal of Global Business and Technology*. 9:27–36.
27. Kaushik, A.S. 2014. Technology transfer: enablers and barriers – a review. *International Journal of Technology. Policy and Management*. 14:133–159.
28. FECYT 2010. *Ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación*. Madrid.
29. Comacchio, A. 2012. Boundary spanning between industry and university: the role of technology transfer centres. *J. Technol. Transf.* 37:943–966.
30. Curi, C.C. 2012. University technology transfer: how (in) efficient are French universities. *Cambridge Journal of Economics*. 36:629–654.
31. Fontana, S. 2011. Technology development as an alternative to traditional technology transfer Models. *Journals and Magazines Computer*. 44:30–36.
32. Hülsbeck, M.E. 2013. The performance of technology transfers offices in Germany. *J. Technol. Transf.* 38:199–215.
33. Vaidyanathan, G. 2008. Technology parks in a developing country: the case of India. *The Journal of Technology Transfer*. 33:285–299.
34. Colaianni, A. 2009. Columbia University's axel patents: technology transfer and implications for the Bayh-Dole Act. *Milbank Quarterly*. 87:683–715.
35. Chilana, P. 2015. From user-centered to adoption-centered design: a case study of an HCI

- research innovation becoming a product. CHI '15. Korea.
36. Cagri, O. 2013. Assessing the impacts of technology business incubators: a framework for technology development centers in Turkey. 2nd International Conference on Leadership, Technology and Innovation Management. 75:282–291.
37. Algieri, B. 2013. Technology transfer offices and academic spin-off creation: the case of Italy. *J. Technol. Transf.* 38:382–400.
38. Iglesias, P. 2012. Caracterización de las Spin-Off universitarias como mecanismo de transferencia de tecnología a través de un análisis clúster. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa.* 21:240–254.
39. Markman, G.D. 2008. Research and technology commercialization. *Journal of Management Studies.* 445:1401–1423.
40. McGraw, G. 2014. *Software Security: A Study in Technology Transfer.* SIGPLAN. New York.
41. Valdivia, W. 2013. *University Start-Ups: Critical for Improving Technology Transfer.* Center for Technology Innovation at Brookings. Washington.
42. Zomer, A.H. 2010. Do spin-offs make the academics heads spin?. *Minerva.* 48:331–353.
43. Beamish, P.W. 2009. Managing joint ventures. *Academy of Management Perspectives.* 23:75–94.
44. Grimpe, C. 2010. Informal university technology transfer: a comparison. *J. Technol. Transf.* 35:637–650.
45. Wang, J. 2010. Improve the university technology transfer: factors and framework. *Communication Systems, Networks and Applications (ICCSNA), 2010 Second International Conference.* 1:216–219.
46. Lee, P. 2012. Transcending the tacit dimension: patents, relationships, and organizational integration in technology transfer. *California Law Review.* 100:1503–1572.
47. Minguela, B.J-S-B. 2010. Knowledge transfer mechanisms and the performance of franchise systems: an empirical study. *African Journal of Business Management.* 4:396.
48. Bekkers, R.A. 2008. Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: to what degree do sectors also matter. *Research Policy.* 37:1837–1853.

Tablas

Tabla 1. Mecanismos de transferencia tecnológica más utilizados

Mecanismo	Descripción	Referencia
Oficinas de transferencia tecnológica (OTT)	Estructuras de intermediación creadas desde el sector científico encargadas de gestionar la I+D producida en el entorno universidad empresa.	(29 , 30,31,32)
Parques tecnológicos	Concentra empresas industriales de alta tecnología a fin de generar ingresos y facilitar el crecimiento económico de las regiones.	(33,34)
Centros tecnológicos	Se encargan de la prestación de servicios de carácter tecnológico, la realización de contratos de I+D, transferencia y difusión de tecnología, asesoramiento y asistencia técnica.	(35)
Incubadoras	Estructuras de intermediación creada para favorecer la creación y la evolución de empresas con elevado contenido tecnológico.	(36)
Spin-off university	Empresas de base tecnológica resultante de las universidades para transferir al mercado conocimiento, tecnología de alto valor científico y con potencial económico	(37,38,39)
Startups	Empresas pequeñas o medianas de reciente creación, delimitada en el tiempo y relacionada con el mundo tecnológico y puede convertirse en un negocio rentable.	(40,41,42)
Joint Venture	Denominadas alianzas tecnológicas que colaboran con un socio local en el mercado exterior así como los riesgos, costes, beneficios o recursos en lo referente a la explotación de tecnología y conocimiento.	(43)

Patente	Derecho exclusivo concedido a una invención.	(45)
Licencias	Acuerdos contractuales que otorgan permiso a las organizaciones a utilizar partes del conocimiento protegidos por patentes en poder de otra organización	(45,46)

Fuente: Realizado por el autor

Tabla 2 Mecanismo de transferencia menos comunes

Mecanismo	Referencia
Diseños Industriales	(47)
Programas computacionales (software)	(48)
Movilidad de personal	(48)
Publicaciones	(49)
Servicios tecnológicos	(8, 49)
Servicio de entrenamiento	(48)

Fuente: Realizado por el autor

Tabla 3. Estadística de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,839	0,844	24

Fuente: Realizado por el autor

Tabla 4 : Correlación de dimensiones de éxito

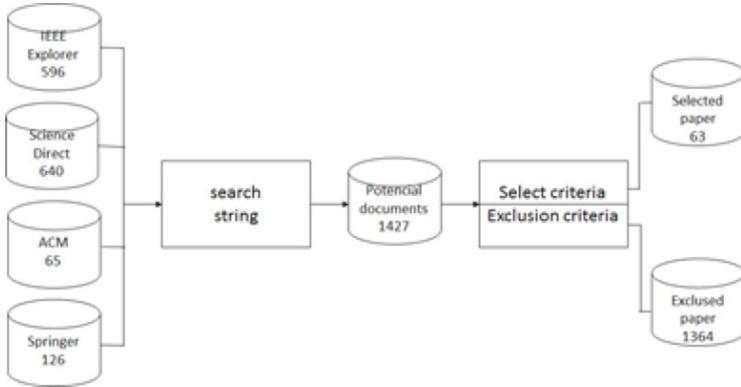
		Correlaciones		
		Dimensión_ Factor_Social	Dimensión_ Científico	Dimensión_Fi- nanciero
Dimensión_ Factor_Social	Correlación de Pearson	1	,879**	-,013
	Sig. (bilateral)		,000	,959
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	258,500	275,833	-4,167
	Covarianza	15,206	16,225	-,245
	N	18	18	18
Dimensión_ Científico	Correlación de Pearson	,879**	1	,180
	Sig. (bilateral)	,000		,474
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	275,833	380,944	69,278
	Covarianza	16,225	22,408	4,075
	N	18	18	18
Dimensión_Fi- nanciero	Correlación de Pearson	-,013	,180	1
	Sig. (bilateral)	,959	,474	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	-4,167	69,278	387,611
	Covarianza	-,245	4,075	22,801
	N	18	18	18

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Realizado por el autor

Figuras

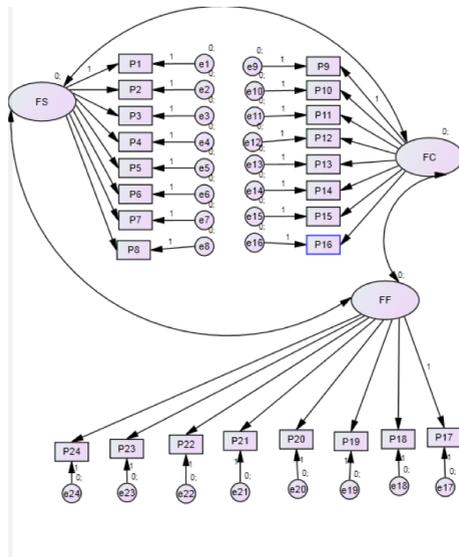
Figura 1. Proceso aplicado a la revisión sistemática de la literatura



Fuente: Realizado por el autor

Fig 2. Correlación entre dimensiones de éxito en la transferencia tecnológica
Realizado por el autor

Fuente:



FS: Dimensión Social FC: Dimensión Científica FF: Dimensión Financiera P 1.....17: Factores de éxito

TECNOLOGÍA PARA GESTIONAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO EN EQUIPOS CRÍTICOS HOSPITALARIOS

(TECHNOLOGY FOR MANAGEMENT TO PLANNED PREVENTIVE MAINTENANCE IN CRITICAL HOSPITAL EQUIPMENT)

A. G. Tenicota García(1)*,, J. N. Pérez Guerrero(2),, J. R. Pérez Pupo(3), M. N. Navarro Ojeda(4),, A.L. Ángel Larrea(5)

*Correspondencia. Tel: 099 112 0029, E-mail: atenicota@gmail.com, (A. G. Tenicota García)”

RESUMEN

Los hospitales públicos ecuatorianos de la zona 3 muestran insuficiencias en la gestión del mantenimiento que provocan el incremento de fallas y costos excesivos en su funcionamiento. El objetivo del presente trabajo fue diseñar una tecnología para la gestión del mantenimiento preventivo planificado centrado en los equipos críticos. Se inició con el estudio del estado del arte sobre el mantenimiento hospitalario, acompañado de la observación participativa; luego, se sintetizó la tecnología de mantenimiento hospitalario conformado por un modelo teórico y una metodología de gestión, a través de la aplicación, de forma integrada, de los métodos generales de investigación: sistémico y de análisis de procesos, y los específicos: sobre la teoría y metodología del mantenimiento. La tecnología para la gestión de mantenimiento diseñada fue validada empleando los métodos Delphi y Cronbach. La tecnología diseñada constituye una herramienta práctica efectiva que permitirá, una vez implementada, incrementar la efectividad de la gestión del mantenimiento hospitalario, a través de la disminución de las consecuencias de las fallas, mediante el establecimiento de procedimientos que aportan al control y mejora de tiempos, costos, recursos, competencias del personal y manejo de información.

Palabras clave: tecnología, gestión, mantenimiento, preventivo, planificado, equipos críticos

ABSTRACT

The Ecuadorian public hospitals in zone 3 show deficiencies in the maintenance management that cause the increase of failures and excessive costs in its operation. The objective of this work was to design a technology for the management of planned preventive maintenance focused on critical equipment. It began with the study of the state of the art on hospital maintenance, accompanied by participatory observation; Then, the hospital maintenance technology was synthesized, consisting of a theoretical model and a management methodology, through the application, in an integrated way, of the general research methods: systemic and process analysis, and the specific ones: on the Theory and methodology of maintenance. The technology for maintenance management designed was validated using the Delphi and Cronbach methods. The technology designed constitutes an effective practical tool that will, once implemented, increase the effectiveness of hospital maintenance management, through the reduction of the consequences of failures, by establishing procedures that contribute to the control and improvement of times, costs, resources, staff competencies and information management.

Keywords: technology, management, maintenance, preventive, planned, critical equipment

1. Introducción

Estudios de los daños ocasionados al medio ambiente, la economía, salud y seguridad de per-

sonas, por fallas en un proceso productivo, arrojan que las paradas imprevistas de los equipos e instalaciones críticas tienen el mayor peso específico en el conjunto de afectaciones (1). Por otro lado, investigaciones realizadas sobre la problemática (2,3,4), muestran que el empleo de una tecnología o sistema para la gestión de mantenimiento, con énfasis en los equipos críticos, adecuadamente diseñado y gestionada, es el principal camino para disminuir las pérdidas materiales, humanas y ambientales, constituyendo una de las tendencias para el logro de mayor efectividad del mantenimiento.

En la Industria del Cuidado de la Salud, las fallas que provocan las paradas imprevistas de los equipos médicos e instalaciones industriales afectan a los pacientes, por ello se estudian las causas y consecuencias de dichas fallas, y las mejoras potenciales a los sistemas o tecnologías de gestión de mantenimiento que estas entidades emplean (5). Una de las vías para perfeccionar la gestión de mantenimiento de estas entidades y que cumplan los estándares de calidad exigidos, es la gestión del mantenimiento con énfasis en los equipos críticos (6).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha elaborado y difundido diferentes documentos técnicos a nivel mundial, encaminados a facilitar el diseño y gestión de programas de mantenimiento de entidades de salud, control de inventarios y la operación computarizada de estos, los cuales constituyen un referente teórico y metodológico sugerido por esta Organización para gestionar el mantenimiento de dichas entidades, y de especialistas que estudian y se ocupan de esta problemática (8,9, 10). Sin embargo, el análisis de esta información evidencia que no se tratan, con la profundidad necesaria, algunos temas de confiabilidad de equipos médicos e instalaciones industriales; y, además, presentan dificultades para definir y programar frecuencias de intervención de las actividades de mantenimiento, constituyendo limitantes que deben ser investigadas para su mejora.

En Ecuador, la gestión del mantenimiento hospitalario es rectorada por el Ministerio de Salud Pública (MSP), quien fija las políticas y metas nacionales, las cuales tienen como referente las directrices del OMS, que regula y supervisa su cumplimiento con el propósito de lograr calidad y calidez en cada entidad de servicio de salud del país. En consecuencia, bajo disposiciones del MSP, las principales entidades del país que están en proceso de acreditación internacional, para desarrollar una tecnología para la gestión del mantenimiento, utiliza los lineamientos de la OMS, basándose en el estudio del riesgo (11). En este contexto no se encontraron trabajos científicos o experiencias publicados en Ecuador, relacionados con la mejora o síntesis de tecnologías para la gestión de mantenimiento hospitalario en general, ni del mantenimiento basado en los equipos críticos en particular.

En Ecuador, la Zona 3 de planificación integrada por las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Pastaza y Tungurahua, desde el ámbito de la salud, se observa un aumento significativo del número de pacientes en las instituciones públicas, lo cual puede estar dado por las mayores facilidades de atención existentes en la actualidad que propicia que las personas con bajos recursos económicos puedan acceder a estos servicios, a la par que se desarrolla el proceso de Acreditación Internacional Canadiense ACI de la gestión integral de los hospitales (12,3,10). Esta situación origina un incremento en la operación y de los costos asociados a la explotación de los equipos médicos e instalaciones de las instituciones públicas de la salud en la Zona 3, que, bajo las exigencias del proceso de acreditación, debe producirse con altos estándares de calidad, lo que crea alta presión al sistema de gestión de mantenimiento de estas entidades en busca de la efectividad.

El estudio de la documentación y del proceso de gestión de las actividades de mantenimiento de los hospitales de la Zona 3, arrojó que existen propuestas que han sido implementadas que constituyen experiencias a considerar para mejorar la gestión del mantenimiento de estas entidades. Sin embargo, aún se observan en estas entidades insuficiencias en la gestión del mantenimiento tales como: aumento de tiempos muertos, desorden de recursos materiales de bodega, retrasos en la entrega de trabajos de mantenimiento, información incompleta y no pertinente, motivado lo anterior por las siguientes causas: a) insuficiencia en la aplicación de directrices de la Organización Mundial de la Salud para la gestión del mantenimiento, b) la insuficiente consideración del rol de los equipos e instalaciones críticas, y de las particularidades del entorno hospitalario, en la tecnología usada para la gestión del mantenimiento. De aquí resulta la necesidad de investigar en esta dirección.

Es por todo ello, que la presente investigación traza su objetivo rector, como vía de solución a los problemas antes citados, en el diseño de una tecnología para la gestión para mantenimiento preventivo planificado (MPP) centrado en equipos críticos para mejorar la gestión del mantenimiento hospitalario en el contexto de la Zona 3, y con ello incidir, de forma positiva, en la calidad de los servicios médicos. La consideración de forma sistémica y lógica de los factores de confiabilidad de equipos críticos, competencias del personal, calidad de la información generada, fundamentos teóricos del mantenimiento preventivo planificado y las particularidades del entorno de las organizaciones hospitalarias, permitirá sintetizar una tecnología para la gestión de mantenimiento preventivo panificado mucho más efectiva que los que hoy se implementan en Zona 3 del Ecuador. Tal tecnología de gestión posibilitará disminuir los tiempos para desarrollar las actividades de mantenimientos y los costos asociados a éstas, reducir el nivel de consecuencia de fallas en los equipos críticos, incrementar las competencias del personal de mantenimiento y mejorar la gestión de la información.

2. Materiales y Métodos

En la investigación se procedió según la siguiente lógica: a) estudios previos, b) síntesis de la tecnología para la gestión de mantenimiento, y c) Validación por criterio de experto de la viabilidad de la tecnología para la gestión del mantenimiento propuesto.

Los estudios previos se realizaron en el periodo de septiembre 2016 a febrero de 2017, y tuvieron como objetivo principal precisar la problemática del objeto y el estado del arte. Por ello las actividades realizadas se centraron en: el análisis bibliográfico, selección de las instituciones objeto de estudios previos, y la observación participativa con realización de encuestas en una de las instituciones hospitalarias públicas seleccionada, donde se describe lo siguiente:

- El análisis bibliográfico se enfocó en: a) los métodos de estudio de sistemas socio técnicos de gestión (13,14); b) la teoría y metodología general para la gestión del mantenimiento aplicada a instituciones hospitalarias (15,3,6,8,9,10); c) la gestión del mantenimiento de equipos críticos (16, 5, 8); d) el diagnóstico de sistemas de gestión de mantenimiento (17, 18, 2, 4); y, f) documentación, estadísticas e informes de la gestión de mantenimiento de instalaciones médicas ecuatorianas.

- Para seleccionar las instituciones objeto de estudio se fijaron tres criterios a saber: a) existencia de sistemas o procesos de gestión de mantenimiento diseñados e implantados con resultados documentados de las insuficiencias al respecto; b) la atención a un elevado número de pacientes; y, c) el interés de la dirección de las entidades de salud para mejorar la calidad del servicio. La evaluación de los resultados del estudio realizado en la Zona 3 de planificación del MSP, de acuerdo con lo explicado en la introducción del trabajo, cumplió con los mismos, constituyendo

así el objeto de estudio.

- El diagnóstico de la gestión del proceso de mantenimiento hospitalario, mediante la observación participativa y la aplicación de encuestas a trabajadores y directivos del área de mantenimiento, se realizó en el Hospital Provincial General Docente Riobamba por ser la entidad de salud de nivel General una de las más representativas de la zona 3, de acuerdo a los criterios estudiados en la definición del objeto. La guía de observación y las encuestas contemplaron el estudio de los criterios y dimensiones para evaluar el clima organizacional en el ámbito de la salud pública según (19). La síntesis de la tecnología para la gestión de mantenimiento hospitalario inició con el estudio de la naturaleza, objetivos, componentes, interrelaciones y procesos que se dan en él, donde se concluyó que constituye un sistema sociotécnico, dinámico, abierto y complejo, y en consecuencia fue aplicable la teoría de sistema, como método general de análisis, e integrada a ella, el conjunto de métodos específicos de la gestión del mantenimiento. Entonces, se concibió la solución conformada por un modelo teórico de la tecnología bajo estudio y una metodología para su gestión. La modelación y concepción del sistema o tecnología se desarrollaron conforme a la lógica establecida por los autores conforme la teoría general de sistemas y el análisis de procesos. La metodología se sintetizó a partir de los resultados de la conceptualización del sistema y sigue la lógica del proceso de gestión del mantenimiento en mejora continua, integrada por etapas y actividades a desarrollar de acuerdo a métodos, procedimientos y herramientas pertinentes a la gestión del mantenimiento en este tipo de instituciones.

Para obtener las convergencias, discrepancias y consensos, sobre la viabilidad de la tecnología propuesta y en el caso de ser adoptada e implementada en la zona 3 del MSP ecuatoriana para la gestión del mantenimiento preventivo planificado, se consideró de un universo de 55 personas provenientes de 16 hospitales dentro de la región central del Ecuador, se consideró una muestra significativa de 31 personas con margen de error del 10% y 90% de nivel de confianza, teniendo en cuenta las competencias en mantenimiento hospitalario e industrial de los profesionales, directivos, técnicos, especialistas, y profesores seleccionados con experiencia mayor a 2 años, título de tercer nivel, cargo que desempeña, y actividades laborales, entre otros. Se empleó el método Delphi con la muestra seleccionada de modo que se determinó el coeficiente de experticia k , sobre este coeficiente se categorizó a los expertos seleccionados en estratos; 1ero directivos, 2do especialistas, 3ero jefes departamentales, y 4to técnicos de mantenimiento. A los expertos seleccionados se les envió por mail un test referente a la metodología, en dos rondas según como estipula el método (20). De la primera ronda se obtuvieron datos para seleccionar a los especialistas, de la segunda ronda se obtuvieron los criterios o bases para la tecnología. Para validar la confiabilidad de los resultados estadísticos del test de la segunda ronda, se empleó el método de Cronbach (21).

3. Resultados y discusión

3.1 Modelo de la tecnología para la gestión de mantenimiento preventivo planificado (MPP) en equipos críticos hospitalarios.

En la Figura 1, se muestra el modelo teórico del sistema sociotécnico complejo, abierto y dinámico que representa la gestión del mantenimiento hospitalaria, el cual constituye un medio adecuado para su estudio. El sistema representado tiene el objetivo de lograr que el proceso de gestión de mantenimiento hospitalario se efectúe de forma efectiva a partir de alcanzar sinergia entre sus componentes. Dada la naturaleza sociotécnica del objeto de estudio, el sistema modelado tiene un límite difuso, al no poder establecerse una delimitación exacta entre éste y el entorno (22). A fines del trabajo se estableció que los límites del sistema corresponden con los espacios variables

físicos y virtuales donde se desarrolla la gestión del mantenimiento, que pueden o no coincidir con los de la institución objeto de estudio; particular que debe tenerse presente en cada análisis concreto que se desarrolle. El sistema modelado opera en la zona 3 de planificación del Ecuador, entorno que se caracteriza por: tener un elevado número de pacientes, políticas y normativas que favorecen el desarrollo de los servicios de salud pública, el aseguramiento del financiamiento para inversiones y mantenimiento de sus instalaciones, disponer de adecuadas redes de comunicación e infraestructura de apoyo a su actividad, entre otros; por lo que se considera que se desenvuelven en un contexto político y socioeconómico favorables. Existen riesgos asociados a fenómenos naturales como terremotos y lluvias que deben ser considerados.

Las entradas constituyen los aspectos de orden material, humano, financiero, informacionales, conocimientos, servicios, legales, etc., del entorno tanto próximo, otras dependencias de la propia institución, como lejano que deben ingresar al hospital, vitales para el desarrollo de la gestión del mantenimiento (ver Fig. 1). Una gestión responsable de las entradas garantiza los recursos para el desarrollo de una gestión efectiva. Entre tanto, el Banco de Recursos lo integran los aspectos anteriores que forman parte del patrimonio físico e intelectual del sistema disponibles para su empleo, localizados en bodegas, en los sistemas informáticos, archivos y como parte de las capacidades del talento humano.

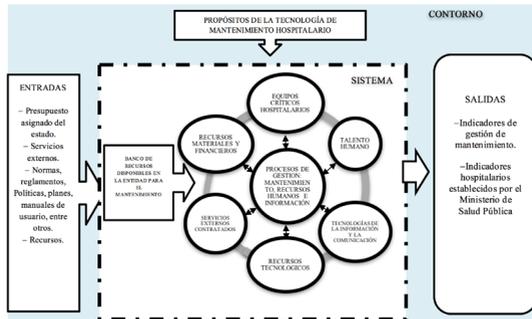


Fig. 1. Modelo del sistema de gestión del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) hospitalario.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema está integrado por seis componentes: factores independientes de diferentes naturalezas, dinámicamente interrelacionados, que determinan el desarrollo de los procesos claves, y con ello, el logro de una efectiva gestión de mantenimiento hospitalario en el entorno dado, en este caso:

- **Equipos críticos hospitalarios (23,6,8)**: son activos aptos para mantener, los cuales se clasifican jerárquicamente en función de la consecuencia y ocurrencia de fallas, expresado en criticidad de riesgo (bajo, moderado, alto y muy alto). En función de la complejidad del equipo se establece el personal responsable y recursos para su mantenimiento, tomando en cuenta la facilidad de realización de las actividades planificadas dentro del programa de mantenimiento preventivo planificado.

- **Talento Humano (24, 23)**: son personas que deben tener las competencias necesarias, roles precisos, motivación y comprometimiento con la actividad que desarrollan en el mantenimiento hospitalario. Factor determinante en el proceso de gestión, que introduce la imposibilidad de formalizar las relaciones entre las variables independientes con los resultados o factor dependiente de la gestión. Estados de ánimos, motivaciones, modos de pensar, son imposibles de predetermi-

nar para pronosticar el éxito o fracaso de la gestión. De ahí su carácter relevante, personas competentes, pero sin metas y responsabilidades claras o no motivadas, no contribuyen a la sinergia del sistema. Crear un clima laboral favorable, la capacitación y estimulación real y oportuna determinan la efectividad en la gestión del mantenimiento.

- **Recursos tecnológicos (25, 24, 6):** el patrimonio tecnológico comprende, tanto el conocimiento disponible para la gestión del mantenimiento (técnicas de dirección, gestión de talento humano, gestión de compras públicas, métodos y técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros), como las herramientas para su ejecución. Su empleo ahorra tiempo, recursos y mejora la calidad del proceso de gestión del mantenimiento.

- **Tecnologías de la información y la comunicación,(TICs):** sistema integrado de medios físicos (computadoras, impresoras, sistemas de comunicación, servidores de internet, etc.), y digitales (software, bases de datos, repositorios digitales, etc.), con las funciones de integrar y coordinar los componentes de la tecnología para la gestión del mantenimiento, registrar las actividades y sucesos que se consideren pertinentes y alertar sobre desviaciones imprevistas, mediante el procesamiento de la información que se manifiesta en documentos reglamentados. La gestión oportuna y responsable de la información favorece la efectividad de los procesos asociados al mantenimiento.

- **Servicios externos contratados:** entidades externas a la organización hospitalaria especializadas en actividades de mantenimiento, las cuales cumplen con normativas de contratación y requerimientos especificados por la Comisión Técnica Hospitalaria, con el fin de complementar la labor dentro del programa de mantenimiento de equipos críticos, y conforme al seguimiento que lo realiza el personal propio de la institución. Una gestión oportuna ayuda a la realización confiable de trabajos complejos de alta criticidad.

- **Recursos materiales y financieros:** materiales y financieros dentro de las instalaciones hospitalarias que son usados para la realización del mantenimiento, de los cuales se describe su existencia, ubicación, disponibilidad, caracterización y costos asociados a su empleo, de forma reglamentada; entendiéndose como recursos materiales a los repuestos, accesorios, utensilios de limpieza, combustibles, máquinas de soporte, herramientas, elementos de protección y medición, entre otros.

En el modelo del sistema estudiado (ver Figura 1), se considera que las múltiples interacciones que ocurren entre sus componentes se dan a través de los procesos que ocurren en él. Al sistema entran las demandas de mantenimiento, ya sean planificadas o imprevistas; se producen las órdenes de trabajo respectivas; se ejecutan las actividades de mantenimiento y se evalúan los resultados, los que deben corresponderse con el objetivo del sistema: lograr efectividad del mantenimiento. Un análisis simple supone que la interacción adecuada de los seis componentes produce la salida deseada. Sin embargo, el componente humano introduce la imposibilidad de formalizar la relación entre la variable dependiente: calidad de la gestión del mantenimiento de los seis componentes, y los factores independientes del sistema, que conforma la tecnología. De ahí la complejidad de gestionar con éxito estos sistemas y el peso del componente talento humano en la efectividad de su funcionamiento.

En el modelo analizado, además del proceso rector: Gestión del Mantenimiento, se dan otros procesos de diferentes jerarquías. Se consideran claves en el logro de los propósitos del sistema, en correspondencia con los factores esenciales del modelo, los procesos: Gestión del Talento Humano, Gestión de los Recursos Tecnológicos, Gestión de las TICs, Gestión de los Recursos Materiales y Financieros y la Gestión de los Servicios Externos.

El proceso Gestión del Talento Humano, incluye el reclutamiento del personal, tanto técnico de intervención como de planificación y control, la capacitación continua, la asignación de responsabilidades y velar por el cumplimiento de normativas dentro del régimen de servicio público. Entre tanto, los procesos Gestión de Recursos Tecnológicos y de las TICs contemplan la selección, adquisición, operación, mantenimiento, capacitación, actualización continua y seguimiento de resultados obtenidos de su utilización. La Gestión de los Recursos Materiales y Financieros tiene como fin; adquirir, asignar, utilizar y controlar los recursos materiales y financieros necesarios, en concordancia con un presupuesto anual asignado para mantenimiento, normativas de contratación y compras públicas, y las necesidades del inventario. Por último, el proceso de Gestión de los Servicios Externos tiene el propósito de seleccionar, contratar, y controlar de forma eficiente las actividades de mantenimiento y otras asociadas bajo la responsabilidad de entidades externas, en concordancia con las normativas de contratación y compras públicas, presupuesto asignado, políticas de mantenimiento, convenios vigentes, entre otros. El diseño o rediseño de estos procesos y los procedimientos pertinentes, considerando las especificidades de cada organización y los fundamentos de la teoría y metodologías generales de la dirección integrada con la del mantenimiento, y su adecuada gestión, tiene por objetivo la mejora de la gestión de mantenimiento hospitalario.

Las salidas del sistema, representado en su modelo, muestran los resultados de la gestión de mantenimiento; éstas, pueden o no ser favorables (26, 8, 23), las cuales son:

-Indicadores de gestión de mantenimiento:

- Tasa de cumplimiento de las tareas de Inspección de Mantenimiento Preventivo (IMP): permite medir la productividad y eficacia del personal, y refleja una disminución del nivel de consecuencia de fallas.
- Costos de mantenimiento invertidos por paciente y la disponibilidad de equipos médicos vs costo: permite establecer la efectividad de la ejecución presupuestaria en mantenimiento.
- Tiempos que caracterizan la efectividad de la operación de los equipos; estos relacionan: a) T1: el tiempo total de funcionamiento y el tiempo de indisponibilidad para determinar el impacto de una parada del servicio, b) T15: el tiempo de funcionamiento con el número de órdenes de trabajo, sean preventivas correctivas o de mejoras, para determinar cuánto tiempo de indisponibilidad se genera por una paro programado, c) T16: el tiempo de funcionamiento con las órdenes de trabajo preventivas o correctivas, para determinar el índice de mantenimiento aplicado a un equipo, d) T17: el tiempo total de funcionamiento con el número de fallos, para determinar el tiempo disponible que ha tenido un equipo en un periodo determinado, e) T21: el tiempo de recuperación y el número de fallas del equipo, permitiendo establecer el tiempo de indisponibilidad de un activo por reparación.

Indicadores hospitalarios usados por el Ministerio de Salud Pública (MSP):

Muestran la efectividad de la institución en el cumplimiento de su misión, en la cual el mantenimiento tiene un rol esencial; entre estos están:

- Índice de rotación de hospitalización: indicador relacionado con la producción de servicios; mide el número de pacientes que en promedio pasan por una cama en un periodo determinado de tiempo.
- Estancia media de atención hospitalaria: número promedio de días de hospitalización por cada paciente en un periodo de tiempo dado. Mide cuantos días en promedio está hospitalizado un paciente desde su ingreso hasta su egreso.

- Índice de ocupación: número promedio de camas que estuvieron ocupadas diariamente durante un período, expresado en porcentaje y,
- Promedio de camas disponibles: número promedio de camas que estuvieron en funcionamiento cada día en un período dado.

3.2 Metodología de gestión del Mantenimiento Preventivo Planificado en equipos críticos hospitalarios

Los resultados del análisis teórico del modelo, la teoría de la gestión hospitalaria y la observación de la praxis de la zona, permitió hacer la propuesta metodológica, la cual se sintetiza en la Figura 2. La metodología presentada consta de cuatro etapas integradas e interrelacionadas. El contenido especial de cada etapa y las actividades que en ella se desarrollan es el siguiente:

3.2.1 Etapa 1: Diagnóstico inicial. Debido a la existencia de factores internos y externos, el diagnóstico tiene el objetivo de evidenciar el desempeño e identificar de forma cualitativa y cuantitativa las conformidades, inconformidades, observaciones y oportunidades de mejora en los procesos esenciales que dan lugar a la gestión de los elementos que conforman la tecnología de mantenimiento estudiada y es el primer paso antes de iniciar la intervención, por lo que para ello se realizan las tres auditorías internas, a saber:

- *Auditoría de mantenimiento (27, 3, 11, 25):* se ejecuta para conocer el nivel de eficiencia del departamento de mantenimiento, con la consideración de la gestión por procesos en la planificación estratégica y la mejora continua mediante la aplicación de las directrices para la auditoría de los sistemas de gestión .

- *Auditoría del potencial del personal (28, 18, 24):* permite establecer el nivel de desempeño del personal según la evaluación cualitativa y cuantitativa de las competencias, con la identificación de los factores incidentes del stress del personal hospitalario, mediante la aplicación de los métodos estándar para la evaluación de personas en contextos laborales y organizacionales.

- *Auditoría de documentos e información del proceso:* tiene por objetivo precisar el nivel de efectividad de gestión y manejo de documentos e información, según la evaluación de criterios del cuadro de mando integral y gestión del departamento de mantenimiento de hospitales públicos, con la consideración de requerimientos para elaborar formatos, uso de información pertinente, aplicación de normativas, legalización de documentos, cobertura y rapidez de documentación virtual, entre otros criterios, que se analizan mediante el método cualitativo de análisis de contenido.

3.2.2 Etapa 2: diseño de las herramientas y componentes para la gestión del mantenimiento preventivo planificado.

Conforme a los problemas identificados en el diagnóstico y la lógica de gestión de los procesos asociados a la gestión del mantenimiento la alta dirección auxiliada con personal propio o contratado, y con la participación de todos los involucrados en el sistema de gestión, se rediseñan o diseñan el sistema para la gestión la cual incluye la elaboración o mejora de los documentos rectores de políticas, objetivos, procesos, normativa, planes de trabajo a largo, mediano y corto plazo, planes de capacitación y los procedimientos para la gestión de lo proyectado. Se definen las políticas, objetivos, planes y la normativa institucional para la gestión del mantenimiento, el diseño de los procedimientos acorde a cada proceso o subproceso en correspondencia a están-

dares de calidad previamente definido en el análisis bibliográfico, que constituyen los eslabones esenciales en el proceso de mejora toda vez que facilitan la gestión con determinado grado de homogeneidad en toda la organización y dan la pauta para identificar las inconformidades e iniciar el corrección y proceso de mejora. Entre los principales procedimientos a tener en cuenta en el perfeccionamiento del sistema de gestión del mantenimiento hospitalario, acorde con los procesos claves y el sistema de planes previamente elaborados, están:

- Inventario de los equipos y los recursos a usar: es donde se concibe la organización de la información técnica, dando lugar a un inventario en función de un registro normalizado que emite el listado de disponibilidad de recursos materiales de bodega, ubicación, existencia de los activos, clasificación y registro de compras, entre otros.

- Análisis del contexto operacional: posibilita el estudio minucioso de cada uno los factores que comprende el desempeño de los equipos, donde se consiguen resultados descriptivos de su estado técnico actual.

- Análisis de criticidad de equipos médicos: se elabora con el fin de determinar los niveles de prioridad de los equipos a gestionar, en base a la criticidad de la ocurrencia y consecuencia de fallas, mediante técnica de Criticidad Total por Riesgo CTR vs método de Fennigkon y Smith descrito en la bibliografía especializada de gestión de mantenimiento.

- Política de mantenimiento en base a la criticidad de los equipos médicos: en base a las prioridades establecidas en el análisis de criticidad, se establece que: i) las revisiones anuales preventivas deben realizarse a los equipos de moderada criticidad, ii) los recambios trimestrales y semestrales preventivos, según el ciclo de vida y el estado técnico de sus elementos para con los equipos de alta criticidad, y iii) para los equipos de nivel muy alto de criticidad se realizan recambios preventivos, inspección y control de parámetros de funcionamiento con ajustes y calibraciones de variables del proceso de forma mensual o trimestral. Para los equipos de baja criticidad se asigna el mantenimiento correctivo cada vez que exista una falla. Los servicios externos contratados, forman parte del mantenimiento de los equipos de muy alta criticidad.

- Orden de prioridad de las actividades para la planificación: persigue establecer el orden de actividades, mediante el Análisis del Modo y Efecto de Fallas por componentes o elementos por grupo de equipos, y se complementa con el cálculo del Índice de Mantenimiento Preventivo ($IMP = \frac{Pi}{t/T}$), donde el Pi es el nivel de prioridad, t es el tiempo transcurrido desde la última intervención y T es el tiempo mínimo entre inspecciones o mantenimientos preventivos dado por el fabricante o experiencia del personal. Definir el orden de las actividades en función del Número Prioritario del Riesgo NPR o Pi genera la prioridad de la ejecución de actividades bajo necesidad creada.

- Registro de información de los componentes de la tecnología para la gestión de mantenimiento: busca suministrar datos técnicos de los componentes del sistema en estudio a un Software de Gestión de Mantenimiento Computarizado CMMS. Por tal virtud, se consigue agilidad en la obtención de la información relevante.

- Cronograma de mantenimiento: consiste en distribuir las actividades de mantenimiento para cada elemento de equipo crítico en función del tiempo estimado de ejecución y la frecuencia, siempre y cuando se coincida con el cronograma de mantenimiento de cada hospital en sus áreas o especialidades.

- Programación de la secuencia de ejecución del mantenimiento: tiene el objetivo de definir la ruta crítica en base a la comprobación y control de grupos de actividades ordenadas que involucran la interrelación entre ellas, en función de la criticidad y la disponibilidad de los recursos. La ruta crítica es formada por actividades clasificadas para cada responsable de mantenimiento de forma periódica y equitativa. Se añaden actividades por solicitud de trabajo de forma escrita o digital, de tal forma que sea analizada su vinculación al programa.

- Visita Técnica preliminar: busca establecer el procedimiento para la inspección visual del equipo a mantener en el lugar de trabajo, previo a la intervención del mantenimiento programado de la ruta crítica asignada a cada responsable de mantenimiento, y notificada con anterioridad por parte de su líder o de forma virtual. El o los responsables de las rutas críticas deben seleccionar las de mayor dificultad con tiempo prudencial para desarrollar la visita.

- Documentación de la intervención de mantenimiento: consiste en desarrollar las órdenes de trabajo de forma documentada con información básica por cada actividad de mantenimiento y los recursos asignados según disponga el departamento. La complementación de los datos concernientes a la ejecución de las actividades debe realizarse a lo largo de la ejecución. Las órdenes de trabajo son designadas con antelación según la ruta crítica establecida y en concordancia con el cronograma de mantenimiento o la solicitud de trabajo.

- Ejecución de la actividad técnica de mantenimiento: procedimiento que persigue documentar la realización técnica de la actividad de mantenimiento con la participación de Técnicos y Especialistas bajo supervisión de coordinadores y líderes: donde se evidencia desde la petición y entrega de los recursos necesarios en bodega, hasta la intervención técnica cumpliendo reglas técnicas y de bioseguridad.

- Medición de la intervención técnica: proceder que establece como se constituye la medición de los resultados en cuanto a variables necesarias en la construcción de indicadores, y la verificación del cumplimiento del trabajo con el funcionamiento adecuado de los equipos, de forma documentada en registros y bitácoras de mantenimiento. El mantenimiento externo se controla con la medición y verificación del funcionamiento de los equipos.

- Seguimiento de la actividad de mantenimiento: tiene el propósito de establecer el modo de estimar y calcular los indicadores pertinentes a la intervención técnica de mantenimiento de forma periódica. Con los resultados obtenidos de los indicadores se establecen planes de mejora, o acciones técnicas inmediatas para a través de la implementación de los procedimientos. Se estiman los indicadores de lo realizado por las entidades externas y también se emiten mejoras, las cuales estarán enfocadas al mejoramiento del ambiente y seguridad del laboral, con estudio del estrés en el personal hospitalario (29).

- Planificación de las actividades de formación y capacitación: buscan definir los contenidos, modos de ejecución y recursos necesarios en función de las necesidades de capacitación del talento humano disponible.

- Ejecución de las capacitaciones: establece el modo de ejecutar el plan de capacitación. Contempla el uso adecuado de los recursos y un servicio de capacitación con el cumplimiento de horarios, participación y asistencia del personal en los programas de formación.

- Impacto de las actividades de capacitación: Describe la forma de medir cuantitativa o cualitativamente el impacto de las actividades de capacitación desarrolladas, los conocimientos y destrezas adquiridas del personal capacitado, con el fin de elaborar planes de mejora continua y establecer soluciones efectivas que nazcan del personal propio.

- Formatos y reglamentos de uso interno. Este procedimiento establece la estructura formal, responsabilidades y los niveles de aprobación del sistema de procedimientos y normativas que se elaboran por la organización para la gestión del mantenimiento.

- Socialización de políticas, normativas y planes. Se precisa todas las actividades y soportes documentales que se precisan para divulgar políticas, normativas y actividades etc., para generar responsabilidades en el manejo de recursos, herramientas, documentos e información sensible y con ello mejorar la gestión del mantenimiento.

- Aplicación de reglamentos. En base a un fundamento legal y técnico se utilizan las políticas y normativas diseñadas con un enfoque de cumplimiento de acciones de mejora por parte de mantenimiento para con la obtención de resultados.

3.2.3 Etapa 3: implementación de la metodología de gestión del mantenimiento preventivo planificado.

En esta etapa se realiza la implantación del sistema diseñado, políticas, objetivos, planes, entre otros, poniendo en práctica los procedimientos descritos en la Etapa 2. Es vital la participación y comprometimiento de la alta dirección de la organización, así como la ejecución y documentación todo lo que se ejecuta en correspondencia con los planes elaborados previamente. En esencia, se desarrollan las siguientes actividades:

- Socialización de las políticas, normativas y planes elaborados. Se ejecutan a través de: i) Reuniones programadas y documentadas con la alta dirección donde se exponen las políticas, normativas, objetivos, planes, etc., que buscan involucrar a los trabajadores, ii) capacitación y formación del personal en los procesos diseñados, y iii) divulgación en murales, en la red y en otros medios de las metas, políticas, normativas y en especial sobre los avances y mejoras alcanzados en el proceso de gestión del mantenimiento bajo el nuevo enfoque.

- Implantación de los procesos de gestión del mantenimiento. En esta actividad se ejecutan en la práctica las acciones de mantenimiento cotidianos de gestión y productividad, enfocado al cumplimiento del plan de mantenimiento, ocupación, rendimiento, y eficacia (30), previamente diseñado o mejorados. Algunas de las tareas de esta actividad son: i) instalación de software con capacitación y adiestramiento al personal involucrado, ii) creación y/o actualización de bases de datos, formatos, documentaciones pertinentes, inventarios, y otras actividades relacionadas con los recursos disponibles y equipos médicos en cuanto a la ejecución del mantenimiento, contratación de terceros entre otras.

- Monitoreo y mejora. Esta actividad tiene como propósitos i) Dar seguimiento, acompañamiento y ayuda en la ejecución de la implantación, ii) identificar desviaciones e inconformidades y iii) desarrollar acciones de corrección y mejora durante el proceso de implantación. Se desarrollan tareas tales como: Visitas de monitoreo y ayuda a las áreas, identificación in situ de inconformidades, propuesta de medidas para solucionar problemas y su documentación, entre otras.

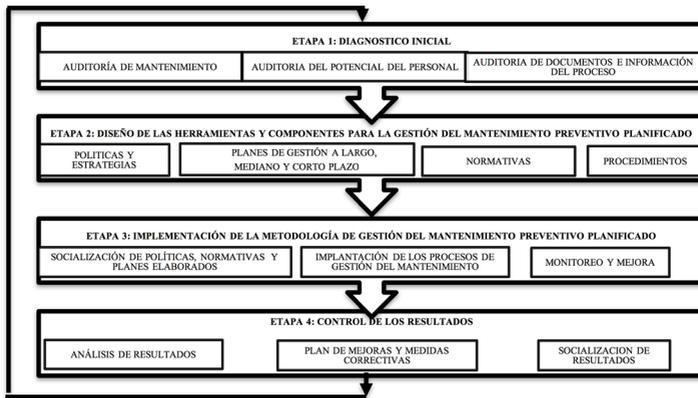


Figura 2. Metodología para la gestión del mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos hospitalarios.

3.2.4. Etapa 4: Control de los Resultados

Tiene como fin evidenciar los resultados y dar seguimiento a la gestión, haciendo referencia al análisis de indicadores y el cumplimiento de metas en la implementación de la metodología. En esta etapa se aplican los procedimientos previamente elaborados, que permiten comparar lo planificado con lo real logrado para un intervalo de tiempo previamente fijado, el cual que puede ser: mensual, trimestral, semestral, anual, entre otros.

Entre las actividades que esencialmente se desarrollan en la etapa están:

- Análisis de los resultados: las acciones a desarrollar en la actividad son: Recogida y procesamiento de la información sobre los resultados de la gestión del mantenimiento, elaboración y análisis del informe de estado de los indicadores, resultados, de gestión del proceso de mantenimiento e identificación de las principales disconformidades y las causas que la originan.
- Plan de mejoras y medidas correctivas. Estimulación de los resultados destacados y medidas correctivas por incumplimientos imputables al personal encargado por errores o negligencias de gestión.
- Socialización de los resultados. Es estratégico para mejorar el desempeño y elevar el nivel de compromiso de los trabajadores mantenerlos informados sobre los logros alcanzados y las insuficiencias detectadas en el proceso de mejora.

4. Validación

Para la validación de la tecnología propuesta se empleó el criterio de experto. Fueron considerados 15 profesionales de mantenimiento y 40 servidores públicos, según las nóminas de 16 hospitales que conforman la zona de estudio, de los cuales fueron escogidos: 31 con más de cinco años de experiencia, titularidad, conocimiento y actividad en temas de mantenimiento hospitalario e industrial. Las personas seleccionadas fueron parte de la ejecución de dos rondas de preguntas de forma general y específicas, como parte del método Delphi, para que opinaran sobre la viabilidad teórico y práctica del sistema que conforma la tecnología proyectada para el mantenimiento hospitalario. De la evaluación de los resultados obtenidos (ver Tabla 1), se observa que el 100% de los encuestados opinan que las etapas de diagnóstico y diseño son muy adecuadas o bastante ade-

cuada; el 90% opina que la etapa de implementación está entre muy adecuada y bastante adecuada y la etapa de control obtuvo el 77% en estas categorías. Con lo cual se considera que se alcanzaron buenos resultados. Finalmente fue adjudicado un nivel de confiabilidad de CRONBACH del 88,50%, de acuerdo a las varianzas de 12 preguntas por cada uno de los participantes dentro de la zona 3 del MSP; de modo que, se acepta la tecnología para la gestión de mantenimiento preventivo planificado hospitalario.

Tabla 1. Resumen de la tabulación de resultados de la factibilidad de aplicación según criterios experimentados dentro del contexto de estudio.

Etapas de la tecnología para la gestión	Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	No adecuado	Encuestados	Varianza individual / varianza total	1 - (Varianza individual / varianza total)	Alpha individual.
Diagnóstico	22	9	0	0	0	31	0,1182	0,9321	0,9632
Diseño	16	15	0	0	0	31	0,1433	0,9177	0,9483
Implementación	12	16	2	1	0	31	0,2951	0,8306	0,8583
Control	16	8	6	1	0	31	0,9483	0,7455	0,7455
Suma de varianzas				1,74193548					
CRITERIOS				Coeficiente de confiabilidad (ausencia)				0 a 0,59	
				Coeficiente de confiabilidad (aceptable)				0,59 a 0,99	
				Coeficiente de confiabilidad (ideal)				1	
Coeficiente de confiabilidad de CRONBACH						88,50%			

5. Conclusiones

- Se diseñó una tecnología para la gestión del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) hospitalario, la cual se compone del modelo y metodología, que direccionan las acciones para la disminución del nivel de consecuencia de fallas en equipos críticos; presenta mejoras prácticas, básicamente, en metodologías especializadas como el RCM, CMMS, normativas de mantenimiento hospitalario, indicadores de mantenimiento y gestión hospitalaria, entre otras, con interés de desarrollo de la planificación, programación y ejecución del mantenimiento y aportes en el control y mejora de tiempos, costos, recursos, competencias del personal, y manejo de información.
- El modelo caracteriza, conceptualiza y describe a los componentes, procesos, entradas y salidas del sistema objeto de estudio dentro del contexto hospitalario de la zona 3 del Ministerio de Salud Pública. La metodología es sistémica porque considera los componentes, procesos, aspectos teóricos, metodológicos y de la praxis que intervienen en el mantenimiento hospitalario, y ciclica ya que sigue una secuencia lógica con proyección al mejoramiento continuo.
- Los resultados del procesamiento de la consulta a expertos del área de mantenimiento hospitalario, sobre factibilidad de empleo en la práctica de la tecnología propuesta dentro del contexto estudiado, arrojan un alto nivel de aceptación al obtenerse un Coeficiente de confiabilidad de CRONBACH 88,50%.

Referencias

- Parra C. & Crespo A. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. 1a ed. Sevilla: Ingeman. 2012
- Viveros P., Stegmaier R., Kristjanpoller F., Barbera L., & Crespo A. Propuesta de un modelo de

- gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo ingenieril. Revista chilena de ingeniería, [Internet]. 2012 [citado el 2017-03-12]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052013000100011&script=sci_arttext&tlng=pt
- Lobato F., Sexto L., Santillan C. Gestión de mantenimiento hospitalario. [Internet]. Madrid: Editorial Academia Española; 2016, [citado el 2017-02-26] Disponible en: <https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-639-78505-0/gesti%C3%B3n-de-mantenimiento-hospitalario>
 - Sexto L. F. La evaluación de tareas en un proceso de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Mantenimiento Mundial. [Internet]. 2010 [citado el 2017-03.15]. Disponible en: http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/RCM_Sexto_MM20.pdf
 - Moubray J. Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Segunda Edición. North Carolina: USA, Industrial Press Inc. 2004
 - Cruz A. M. Gestión tecnológica hospitalaria: un enfoque sistémico. Indicadores de gestión hospitalaria. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario. 2010
 - Comité AEN/CTN 200. Guía de aplicación. Mantenimiento centrado en la fiabilidad; norma UNE-EN 60300-3-11. [Internet]. España. Aenor; 2013. [citado el 2017-03.13]. Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0051579#.WJIT-YiTiDIU>
 - Organización Mundial de la Salud (OMS). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. [Internet]. 2012. [citado el 2017-03.15]. Recuperado en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44830/1/9789243501536_spa.pdf
 - Organización Mundial de la Salud. Sistema computarizado de gestión del mantenimiento. Ginebra: OMS. [Internet]. 2012. [citado el 2017-02-26]. Recuperado en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21567es/s21567es.pdf>
 - Organización Mundial de la Salud. Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico. Ginebra: OMS. [Internet]. 2012. [citado el 2017-02-26]. Recuperado en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44817/1/9789243501390_spa.pdf
 - Robalino & Sosa. Norma programa de mantenimiento preventivo del Hospital Provincial General Docente Riobamba. Riobamba. [Internet]. 2015. [citado el 2017-02-26]. Disponible en: <http://hospitalriobamba.gob.ec/lotaip/Norma7.pdf>
 - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Anuario de estadísticas hospitalarias: camas y egresos. Quito: Ecuador, INEC. 2014. [citado el 2017-02-26]. Disponible en: http://www.ecuadorcencifras.gob.ec/docZumentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Publicaciones-Cam_Egre_Host/Anuario_Camas_Egresos_Hospitalarios_2014.pdf
 - Levy A. Estrategia Cognición y Poder: Cambio y alineamiento conceptual en sistemas sociotécnicos complejos. Buenos Aires: Granica, 2013.
 - Manrique Valenzuela K. y Gonzalez Álvarez M. Desarrollo de Sistemas Socio Técnicos en el área de Seguridad y Salud Ocupacional de una empresa de servicio. [Internet]. Lima: Perú. Pontificia Universidad Católica. 2012 [citado el 2017-02-26] Disponible en: http://www.altec2013.org/programme_pdf/429.pdf
 - Malagón G. Galán R & Pontón G. Administración hospitalaria. 3ª ed. Bogotá: Médica Panamericana. 2008.
 - Eduardo Javier Espinoza Páez, Plan de mantenimiento para la certificación, funcionamiento y calidad de equipos médicos de cuidado crítico comercializados por la empresa corpomédica cia ltda.[citado el 2017-03-26]. Disponible en: bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8699/3/CD-5837.pdf
 - Rey Sacristán Francisco. Manual del mantenimiento integral en la empresa, Madrid: FC Editorial. 2001.

- Cárceles F., & Roldán C. La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial. [Internet]. Valencia: España. OmniaScience, vol. 9, 2014 [citado el 2017-02-26]. Disponible en: [URIhttp://hdl.handle.net/2099/13235](http://hdl.handle.net/2099/13235)
- Acosta H. & Palmer M. Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo Ingeniería Mecánica. [Internet] vol.14 no.2 La Habana: Cuba. 2011 [citado el 2017-02-26]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000200003.
- Varela-Ruiz, Margarita; Díaz-Bravo, Laura y García-Duran, Rocío. 2012. Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. Investigación educ. médica [Internet]. vol.1, n.2, pp.90-95. [citado 2017-03-26]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572012000200007&lng=es&nrm=iso. ISSN 2007-5057.
- González A. J. & Pazmiño S. M., 2015. Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. [Internet] Quito: Ecuador. [citado 2017-03-26] Disponible en: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-423821>
- Ministerio de Salud Pública. Rendición de cuentas de la Coordinación zonal 3 Salud. [Internet] Quito: Ecuador [citado el 2017-04-02]. Disponible en: <http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/PRESENTACION-RENDICION-2015-Z3-final.pdf>
- Malagón G., Pontón G., Reynales. Gerencia Hospitalaria. [Internet] Edición: 4ª. Bogotá: Colombia, Panamericana, [citado el 2017-02-26] Disponible en: <http://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/5702/eBook-Gerencia-Hospitalaria.html>
- Martínez E. E. & Martínez F. A. 2009. Capacitación por Competencia Principios y Métodos. [Internet], Santiago de Chile [citado 2017-03-26]. Disponible en: http://www.sence.cl/601/articulos-5675_archivo_01.pdf
- González Fernández F. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid: FC Editorial. 2004
- Asociación Española de Normalización y Certificación. 2008. Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento. [Internet], UNE-EN 15341. Barcelona; España. AENOR. Comité AEN/CTN 151, [citado 2017-03-26]. Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0041745#.WSGBodThBkg>
- International Standar Organization. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión, ISO 19011. [Internet], segunda ed.. Ginebra: Suiza. ISO/TC 176. 2011, [citado el 2017-03-14] Disponible en: http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/Norma_ISO_19011-2011_Espanol.pdf
- International Standar Organization. 2013. Prestación de servicios de evaluación. Procedimientos y métodos para la evaluación de personas en contextos laborales y organizacionales. [Internet] ISO 10667-1 Ginebra: Suiza. Comité AEN/CTN GET22 [citado 2017-03-26]. Disponible en: http://www.ordovasc.com/wp-content/uploads/2016/09/UNE-ISO_10667-12013-22-1.pdf
- Aguado Martín, José Ignacio; Batiz Cano, Ainhoa y Quintana Pérez, Salomé. El estrés en personal sanitario hospitalario; estado actual. [Internet], vol.59, n.231, pp.259-275. 2013 [citado 2017-03-26] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2013000200006>.
- Herrera Galan, M. y Duany Alfonso, Y., Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Ing. Ind. [online]. 2016, vol.37, n.1 [citado 2017-05-21], pp. 2-13 . Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002&lng=es&nrm=iso

SISTEMAS WEB BASADOS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA MAPEO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS: ARTÍCULO DE REVISIÓN

(WEB SYSTEMS BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS USED TO MAPPING ELECTROMAGNETICS FIELDS: BIBLIOGRAPHIC REVIEW)

P.S. Infante-Moreira(1)*, A.V. Quingatuña-Moreano(1), S.I. Nogales-Guerrero (1), B.F. Hidalgo-Ponce(1),
F.D. Llangari-Silva(1), T.F. Flores-Pulgar(2)

(1) Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060154.

(2) Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060154

*Correspondencia. Tel.: 00 593 98-449-4882, E-mail: pedro.infante@epoch.edu.ec (P.S. Infante-Moreira)

RESUMEN

Este artículo de revisión tiene por objeto dar a conocer algunas de las tecnologías empleadas para la creación de Sistemas Web basados en sistemas de información geográfica (GIS). Las herramientas tecnológicas a estudiar para el desarrollo del sistema fueron: JavaScript, Luna Mart, Java Beans, Spring Framework, Java Server Faces, Faces Servlet, Spring Security, Apache TomCat, CentOS, PostGIS, GeoServer, de las cuales mostraremos las más importantes. Para esta revisión mostraremos los conceptos y las características de cada uno de estos programas informáticos. Este trabajo que forma parte de un proyecto de investigación internacional, tiene como finalidad a futuro desarrollar un sistema web basado en tecnologías GIS denominado “DECOMAPS”, que realizará el análisis, investigación, creación, automatización de procesos y actividades de mapeo de campos electromagnéticos, de manera que, nos asista en la toma de decisiones en los niveles de exposición de radiación sobre las personas, sobre todo de los habitantes de la región donde se desarrollará esta investigación (Ciudad de Riobamba – Ecuador). Luego de una exhaustiva revisión bibliográfica en la cual analizaremos ventajas y desventajas de cada programa determinaremos cuales serán las herramientas que usaremos para el desarrollo de este sistema web basado en GIS.

Palabras claves: OpenGeo Suite, Apache Tomcat, Eclipse Mars IDE, Comparativa, Calidad de Software

ABSTRACT

This bibliographic review has to show something technologies used to create Web Systems based on Geographic Information Systems. The technological tools to study for the development of the system were: JavaScript, Luna Mart, Java Beans, Spring Framework, Java Server Faces, Faces Servlet, Spring Security, Apache Tomcat, CentOS, PostGIS, GeoServer, we will show the most important tools. For this review we will show the concepts and characteristics of each of these software tools. This work, which is part of an international research project, aims to develop a web system based on GIS technologies called “DECOMAPS”, which will perform the analysis, research, creation, automation of processes and activities of the mapping of electromagnetic fields, So that, we assist in the decision making at the levels of radiation exposure on the people especially of the habitants of the region where this research will be developed (City of Riobamba - Ecuador). After an exhaustive bibliographic review in which we will analyze the advantages and disadvantages of each program tool, we will determine which tools will be used for the development of this web system based on GIS.

Key words: OpenGeo Suite, Apache Tomcat, Eclipse Mars IDE, Comparative, Quality of Software

1. Introducción

En el Ecuador en los últimos años se han realizado estudios basados en mediciones de campos electromagnéticos, sin embargo al encontrarse con la inexistencia de aplicaciones que ayuden en la representación y procesamiento de estos datos obtenidos en los estudios realizados, se ha descubierto la necesidad de crear un sistema informático que ayude en el análisis e interpretación de resultados de las actividades que forman la medición de campos electromagnéticos, y con ello ayude en la toma de decisiones al investigador, para lo cual se ha considerado el desarrollo de una aplicación georeferencial mediante el uso de herramientas GIS (Geographic Information System), con el objetivo de conseguir un producto de calidad que satisfaga las necesidades planteadas por el usuario.

La radiación electromagnética es definida como la propagación de campos electromagnéticos mediante ondas a partir de una fuente. Esta denominación comprende distintos tipos de emisiones, dependiendo de la frecuencia de dichas ondas, comprendiendo no sólo las ondas empleadas en radiocomunicación, que son el objeto del actual debate y que, en adelante, denominaremos emisiones radioeléctricas, sino los rayos infrarrojos, la luz visible, la ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma, producidos por la materia radiactiva (1). Como consecuencia de la liberalización del mercado de telecomunicaciones en el Ecuador, ha provocado que nuestro panorama urbano en el país se encuentre surcado de estaciones radioeléctricas GSM (Global System Mobile), LMDS (Local Multipoint Distribution Service), FM (Frequency Modulation), Radioaficionado, etc..

El aumento de antenas como transmisor de radio, televisión y estaciones base de celular instaladas en sectores urbanos ha generado un beneficio en el área de las telecomunicaciones, pero dicho aumento trae como resultado, una mayor radiación electromagnética a la cual están expuestas las personas aledañas a estos sectores, se conoce que los campos electromagnéticos están relacionados con el desarrollo de cáncer, leucemia, tumores cerebrales, que han aquejado aquellas personas que han vivido a cortas distancias de antenas o estaciones base de transmisión. No obstante, se han descrito otras enfermedades que parecen tener relación con la radiación electromagnética, tales como irritabilidad, depresión, pérdida de memoria y mareos, entre otras, por lo cual se ha visto necesario el estudio del impacto del electromagnetismo en las poblaciones del país.

La telefonía móvil automática (GSM), los nuevos servicios inalámbricos (LMDS), la futura generación de móviles GPRS (General Packet Radio Service) y UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) son en la actualidad ejes fundamentales para el desarrollo de la Sociedad de la Información (SI) a las cuales nadie quiere renunciar. Una sociedad que requiere movilidad, comunicación desde cualquier lugar, transmisión de voz, datos e imágenes, conexión a Internet. Todo ello exige la puesta en marcha de las infraestructuras necesarias que soporten las redes que aproximan estos servicios al ciudadano, pero, al mismo tiempo requiere que se establezcan los necesarios mecanismos de protección frente a todas las emisiones electromagnéticas existentes, a lo cual en el Ecuador se carece de fundamentos que controlen la excesiva oleada de ordenanzas municipales, obligando al cierre indiscriminado de antenas de telefonía móvil (1).

Debido a los riesgos antes mencionados, varias organizaciones, entre ellas la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) e IRPA (International Radiation

Protection Association) han planteado normativas y directrices que establecen ciertos límites de radiación a la exposición ocupacional y poblacional a los que puede estar expuesto el ser humano.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es su publicación “Exposición de las personas a campos electromagnéticos”, realiza la recomendación denominada UIT-T K.62 “Evaluación de la conformidad de las emisiones radiadas a nivel de sistema mediante modelos matemáticos”. Esta Recomendación ayuda a los operadores de telecomunicaciones a demostrar el cumplimiento de las emisiones radiadas generadas por sistemas de telecomunicaciones. Los operadores de telecomunicaciones fabrican sus sistemas a partir de muchos equipos diseñados cada uno para cumplir requisitos y límites de compatibilidad electromagnética diferentes, en particular las emisiones radiadas (2). Más aun en mucho de los casos el cumplimiento de esta recomendación no es considerado por las telefonías celulares y queda en “recomendaciones”, es por ello que se creó la necesidad de elaborar una aplicación que realice un análisis de los datos obtenidos de las mediciones para con ello ayudar en la toma de decisiones en el porcentaje recomendable que debería estar expuesto el ser humano.

1.1. ¿Qué efectos y riesgos producen las emisiones electromagnéticas sobre el cuerpo humano?

Principalmente puede producir calentamiento. Se debe tener en cuenta que, dentro ciertos límites, el organismo humano dispone de mecanismos de termorregulación cuya misión es mantener la temperatura corporal. Tomar el sol supone una exposición a las radiaciones electromagnéticas de la luz solar, siendo de sobra conocido que deben tomarse ciertas precauciones. Del mismo modo, las emisiones radioeléctricas utilizadas en las telecomunicaciones deben funcionar dentro de los márgenes considerados científicamente seguros.

De acuerdo con la opinión generalizada de las autoridades científicas, no hay evidencia de que el uso de teléfonos móviles pueda causar efectos nocivos para la salud. Algunos estudios sugieren que las emisiones radioeléctricas de los teléfonos móviles podrían causar sutiles cambios fisiológicos, fundamentalmente un incremento de la temperatura corporal, que no entraña riesgos para la salud. Así recordemos que una TAE de 4 w/Kg, se considera dentro de los márgenes en los que el organismo humano dispone de mecanismos de autorregulación de la temperatura corporal., la normativa fija unos límites máximos para los valores de TAE y densidad de potencia unas 50 veces inferiores a los considerados inocuos.

1.2. Normativas y límites establecidas de las emisiones electromagnéticas utilizadas en las telecomunicaciones.

La Recomendación del Consejo 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). Diario Oficial no L199 de 30/07/99, pp: 0059-0070) establece unos valores máximos de determinados parámetros, 50 veces por debajo de los que científicamente se han comprobado que son inocuos.

El Gobierno está adaptando nuestra normativa legal a esta Recomendación europea, respetando todo su contenido. Esta normativa debe satisfacer los deseos de la sociedad y su cumplimiento riguroso debería tranquilizar a los ciudadanos respecto de las instalaciones de sistemas de telecomunicación.

Los límites establecidos para la densidad de potencia en la Unión Europea, a través de la Reco-

mendación del Consejo citada anteriormente, establece una Tasa de Absorción Específica máxima de 0,08 W/Kg que para las frecuencias utilizadas en telefonía móvil (900 y 1.800 MHz), corresponden a unos límites de 0.45 y 0.9 mW/cm², respectivamente, para la densidad de potencia. Para las frecuencias utilizadas en los sistemas de telefonía fija vía radio este límite es 1 mW/cm² (3).

1.3. ¿Perjudican a la salud las antenas de Telefonía móvil que emiten electromagnetismo?

No existe evidencia científica de que las exposiciones a campos electromagnéticos tengan efectos perjudiciales para la salud, siempre que se asegure que se respetan los límites máximos establecidos en la normativa.

Se quiere significar una serie de puntos clave:

- Existe suficiente investigación científica sobre la radiación en radiofrecuencias, siendo lo suficientemente adecuada para poder establecer las normativas pertinentes para salvaguardar la salud de los ciudadanos.
- La exposición a radiación en radiofrecuencias puede ser peligrosa si es lo suficientemente intensa. Los posibles daños incluyen cataratas, quemaduras de piel, quemaduras internas, agotamiento por calor y golpes de calor.
- El efecto biológico de la radiación en radiofrecuencias depende de la tasa de energía absorbida; y dentro de un amplio rango de frecuencias (de 1 a 10.000 MHz), la frecuencia no tiene casi importancia.
- Los efectos biológicos de la radiación en radiofrecuencias son proporcionales a la tasa de energía absorbida, y la duración de la exposición no tiene casi importancia.
- No se han detectado efectos biológicos consistentes por debajo de una cierta tasa de energía absorbida en todo el cuerpo (TAE), tal como se vio anteriormente.

Estudios realizados en la ciudad de Cali determinaron que los niveles de inmisión de densidad de potencia, aunque en su gran mayoría (96%) estaban por debajo de los límites permitidos, existían lugares donde los niveles de campo electromagnético superaron los límites establecidos por las entidades regulatorias, las cuales realizan constantes estudios de medición, ayudados de herramientas, entre ellas dispositivos medidores de radiación, dispositivos GPS, modelos del cuerpo humano, sistemas de información geográfica GIS (4).

Los Sistemas de Información GIS, tienen una aplicación generalizada en el ámbito del medio ambiente, estas nos pueden llevar a una administración global y análisis de múltiples recursos, realiza la gestión integral de la información espacial y los atributos de información, hace el trabajo de investigación cuantitativa, esto ha traído un nuevo punto de vista y un enorme beneficio para la investigación y desarrollo de este complejo y multidisciplinario dominio del uso las GIS en el manejo de la radiación electromagnética en las ciudades.

1.4. ¿Qué es un GIS (Sistemas de Información Geográfica)?

Se lo considera como un Sistema de Información (SI), consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización (empresa, administración, etc.). Un GIS es un caso particular de SI en el que la información aparece georeferenciada, es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica (generalmente UTM).

Cuando se habla de Sistemas de Información, suele pensarse en grandes sistemas informáticos que prestan apoyo a empresas u organismos de cierta envergadura. Este apoyo implica:

- El almacenamiento de la información relativa al capital de la empresa y a todas las transacciones,
- Permitir la consulta de datos particulares con cierta facilidad y desde diferentes puntos,
- Analizar estos datos para obtener un mejor conocimiento de las vicisitudes que atraviesa la empresa.
- Ayudar en la toma de decisiones importantes.

En los últimos años las GIS se han desarrollado rápidamente y se aplican en diversas industrias, pero en la gestión de información de los recursos de telecomunicaciones no están muy difundidas como lo menciona (5).

Con el rápido desarrollo de la tecnología de internet, las GIS tradicionales (software de escritorio) han entrado en una nueva era. Basados en modernas tecnologías web, donde podemos publicar la información GIS para cualquier persona en cualquier lugar del mundo a través de la World Wide Web. En comparación con los GIS tradicionales, las Web GIS ganan muchas ventajas como independencia de la plataforma, bajo costo de desarrollo, un uso amigable, de fácil actualización del sistema y el equilibrio de carga.

En estudios previos, al presente artículo se realizaron mediciones y el mapeo electromagnético de la radiación de las antenas en la ciudad de Riobamba utilizando herramientas de software existentes en el mercado como “Radio Mobile” y “Open Street Map”, con la finalidad de determinar si los rangos de radiación generada están dentro de los límites de radiación electromagnética de acuerdo a normativas internacionales tales como ICNIRP (6).

Una de las principales causas en el país del aumento del electromagnetismo, se debe al aumento de antenas como transmisor de radio, televisión y estaciones base de celular instaladas en sectores urbanos, los cuales han generado un beneficio en el área de las telecomunicaciones, pero dicho aumento trae como resultado, una mayor radiación electromagnética a la cual están expuestas las personas aledañas a estos sectores.

2. Estado del Arte

2.1. *Sistemas de Información Geográfica*

Los GIS son tecnologías que permiten gestionar y analizar información espacial, que surgió como resultado de la necesidad de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato. Puede definirse como un conjunto de software, hardware, metodologías, datos y personas (usuarios), perfectamente integrados, de forma que hace posible la recolección, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos georeferenciados, así como la producción de información de su aplicación, con el fin de resolver problemas de gestión y de planificación (1).

Características de los GIS

Algunas de las características principales de los GIS son:

- Su propósito es la visualización de información geográfica expresada en forma de mapas. Para una determinada porción del territorio los datos se habrán de organizar, de manera inteligente,

en diversas capas (layers), cada una conteniendo un aspecto o parte de la realidad, por ejemplo, la topología, el parcelario, la hidrografía, los asentamientos, los centros de salud, el mobiliario urbano, etc.

- La clave reside en la relación entre la posición de un elemento geográfico, representado por puntos, líneas, polígonos y su información temática asociada.
- Ha de contener un elevado número de procedimientos de geometría computacional, de algoritmos informáticos, de métodos cuantitativos, etc.
- Almacena relaciones espaciales entre diferentes elementos.

Componentes GIS

Entre los componentes más importantes podemos mencionar los siguientes:

- Usuarios: Dependiendo de su especialización tendrán una exigencia distinta sobre el sistema.
- Hardware: Equipo informático, sobre el cual opera el GIS, servidores centralizados, operaciones aisladas o en red.
- Software: Programas informáticos que proveen las funciones y herramientas necesarias para visualizar, almacenar, consultar y analizar datos geográficos.
- Datos: Información geográfica y alfanumérica, la cual es la componente más importante de un GIS y es fundamental su correcta actualización.
- Métodos: Son las reglas del negocio que limitan o regulan las prácticas de la organización.

Funcionalidad

Las prestaciones que los GIS suelen proporcionar, son muy variables entre aplicaciones, podríamos enumerarlas de la siguiente manera:

- Entrada y captura de datos: entrada manual de datos, importación de otros archivos de datos digitales, conexión a dispositivos de captura de información. (por ejemplo, GPS).
- Administración y organización informática de los archivos de geodatos.
- Edición, corrección, integración y geo procesamiento de los datos: modificación de la geometría, coordenadas, tablas de datos temáticos, generación de nuevas unidades espaciales (pixel, polígonos, etc.), normalización de datos dispares.
- Búsquedas o selecciones: consultas simples y complejas con criterios espaciales, temáticos o mixtos.
- Obtención de datos derivados: ejecución de cálculos (simples o complejos) y medidas con los datos disponibles.
- Análisis: aplicación de técnicas diversas de estadística convencional y espacial, métodos de optimización, evaluación multicriterio, etc.
- Modelado: reconstrucción de aspectos de la realidad a partir de muestras o datos incompletos, obtención de similitudes de sistemas, predicciones, estimaciones, etc.
- Elaboración y visualización de mapas bi y tridimensionales, imágenes, gráficos y tablas, vuelos virtuales, etc.
- Servicio remoto de información geográfica bajo demanda de los usuarios.
- Impresión y exportación de mapas, gráficos, datos y realidad virtual del territorio.

2.2. OpenGeo Suite

OpenGeo Suite es una plataforma completa de aplicaciones geográficas basadas en un conjunto

de herramientas de Java enfocadas a las tecnologías GIS. Contiene lo necesario para la creación de sistemas en la web, integra una base de datos capaz de gestionar datos espaciales georeferenciales (coordenadas geográficas), un servidor de aplicaciones y un cliente API (Application Programming Interface) (7).

La Fig. 1., muestra la relación entre algunos de los componentes que conforman la aplicación OpenGeo Suite (GeoServer, OpenLayer, PostGIS). (8)

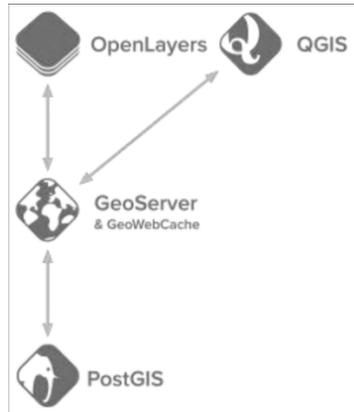


Fig. 1. Componentes de OpenGeo Suite (HAT, 2011)

OpenGeo Suite está certificado para trabajar con múltiples sistemas operativos, servidores de aplicaciones y navegadores. Esto garantiza la compatibilidad, administración y despliegue de la aplicación, mediante la contratación de servicios en la nube Amazon Web Services.

2.3. Componentes OpenGeo Suite

GeoServer

GeoServer es un servidor web de código abierto desarrollado en Java, que permite utilizar mapas y datos de diferentes formatos para sistemas web, ya sean clientes web ligeros, o programas GIS desktop. Esto significa que puede almacenar datos espaciales en casi cualquier formato que se requiera, y los usuarios no tienen que saber nada sobre datos GIS. En el nivel más simple, lo que único que necesitan es un navegador web para ver exactamente los mapas.

GeoServer usa Restlet como framework para los servicios REST que proporciona. Incluye Jetty como servidor embebido, pero soporta cualquier servlet container común. GeoWebCache, un componente de cacheado basado en Java similar a TileCache, se incluye con GeoServer, aunque también está disponible por separado (9).

OpenLayer

OpenLayer es una herramienta gratuita bajo licencia tipo BSD que permite visualizar un mapa dinámico en una página web, incentivando al uso de información geográfica. OpenLayer es un proyecto de Open Source Geospatial Foundation, escrito en JavaScript orientado a objetos.

Implementa servicios web del consorcio OpenGIS de Mapping (WMS) y Web FeatureService (WFS).

El objetivo de OpenLayer es separar las herramientas de mapa de los datos, de manera que puedan funcionar en cualquier fuente.

PostGIS

Extensión para el manejo de objetos geográficos dentro de una base de datos PostgreSQL, el manejo de geodatabase dentro PostgreSQL permite el desarrollo de nuestra aplicación, ya que posee mayor beneficio y menor costo, debido a que esta publicado bajo una licencia de distribución libre GNU.

PostGIS es estable, rápido, compatible con estándares, con cientos de funciones espaciales y actualmente es la base de datos espacial de código abierto más ampliamente utilizada. Diversas organizaciones de todo el mundo usan PostGIS, incluyendo agencias gubernamentales de riesgos adversos y organizaciones que almacenan terabytes de datos y sirven millones de peticiones web al día.

La administración de la base de datos es posible a través de PgAdmin y phpPgAdmin, entre otros. Es posible importar y exportar datos mediante herramientas en línea de comandos (shp2pgsql, pgsql2shp, ogr2ogr, dxf2postgis) o a través de clientes SIG de escritorio o web. Además, estos clientes pueden crear visualizar y manipular tablas espaciales PostGIS.

Sin embargo, existen otros motores de base datos, que permiten el almacenamiento geoespacial, a continuación, se muestra una tabla comparativa, que nos ayudará a describir de mejor manera por qué PostgreSQL ha sido seleccionado para el desarrollo del sistema. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Comparativa Base de Datos

	DESCRIPCION	EXTENSION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
POSTGRESQL	Motor de base de datos relacional orientado a objetos y libre	PostGIS * Brinda soporte espacial a la popular base de datos objeto-relacional PostgreSQL, con lo cual, puede usarse como base de datos GIS.	* Ideal para el desarrollo y aplicación de tecnologías web. * Funciones para manipular los valores espaciales.	Reducida cantidad de tipos de datos.
MYSQL	Motor de base de datos libre más popular del mundo	MySQL Spatial Brinda un subconjunto SQL con geometría geoespacial.	*Tipos de datos para representar los valores espaciales. * Bajos requisitos para su instalación.	No tiene autoayuda como otros motores de base de datos
SQLite	Motor de base muy popular, simple, robusto, fácil de usar y realmente liviano	SpatialLite Compatible con almacenamiento geoespacial	* No requiere configuración * No se requiere uso de servidor * Acceso mucho más rápido	Uso específico en dispositivos móviles

El motor de base de datos seleccionado ha sido PostgreSQL con su extensión PostGIS para el

almacenamiento de datos geoespaciales y el DBMS PgAdmin, esto debido a su soporte dentro de OpenGeo Suite y a su popular uso dentro de las tecnologías GIS.

2.4. *Análisis: ventajas y desventajas OpenGeo Suite en el desarrollo de sistemas web georeferenciales.*

La Tabla 2 descrita a continuación muestra ventajas y desventajas del uso de la plataforma en desarrollo de sistemas web georeferenciales.

Mediante el análisis realizado en la Tabla 2, se pudo determinar las ventajas y desventajas de la plataforma OpenGeo Suite para el desarrollo de sistemas web, evidenciando mayores ventajas, por lo cual se hará uso de esta plataforma para el desarrollo del sistema DECOMAPS.

2.5. *Java*

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, soportado por todos los sistemas operativos y dispositivos móviles existentes, Fig. 2. Fue desarrollado por Sun Microsystems y permite la creación de todo tipo de aplicaciones como de escritorio, web o móviles (10).

Tabla 2. Ventajas y desventajas OpenGeo Suite

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Brinda flexibilidad y consistencia al unificar un componente geográfico y un sistema de base de datos.	Requiere conexión a internet para el funcionamiento de algunos componentes.
Manejo de salida de datos en formato de servicios Web como KML, GML, Shapefile, GeoRSS, GeoJSON, CSV, Excel, PDF, SVG, JPEG, GIF, PNG, entre otros.	Configuración limitada a través de la interfaz.
Arquitectura en capas orientada a la Web.	Interpolación de datos y despliegue de colores en licencia empresarial.
Escalables y de rápida actualización.	Versión completa empresarial bajo licencia de pago
Soporte para la mayoría de sistemas operativos (Windows, Linux, Mac OS X, Solaris).	
Trabaja sin servidores, sin espacio de Rack, y sin necesitar espacio de almacenamiento.	

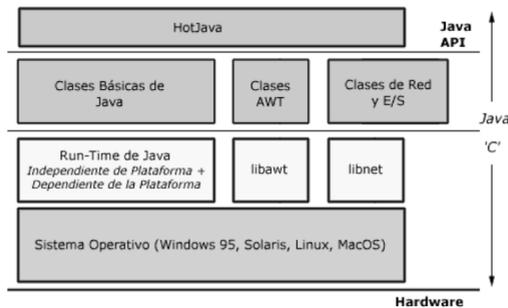


Fig. 2. Arquitectura JAVA (Moros, 2014)

2.6. Apache Tomcat

Apache Tomcat es un servidor web basado en el lenguaje Java creado para ejecutar Java Servlet y JavaServer Pages (JSP), la Tabla 3 muestra un análisis comparativo de los servidores Web que soportan Java con mayor uso en la actualidad.

Tabla 3. Comparativa Servidores Web

	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Apache Tomcat*	Servidor de código abierto de Java Servlets, Java Server Pages	Fácil integración con otros servidores HTTP Server y con IIS Estable en sistema UNIX Buena documentación On-line No requiere mucha memoria para correr	
Oracle WebLogic Server	Servidor de Aplicaciones JavaEE (J2EE) y HTTP	Compatibilidad con la mayoría de sistemas operativos Buena documentación online	Escalabilidad de aplicaciones sujeta a incremento de costos
JBoss Application Server	Servidor de Aplicaciones JavaEE de código abierto implementado en Java puro	Soporte completo con JavaEE 5 Fácil integración con frameworks de persistencias	Configuración JNDI

Mediante el análisis realizado anteriormente en la Tabla 3, se pudo comparar las ventajas y desventajas de los servidores que soportan aplicación Java orientados a la web, y aunque en su mayoría todos son eficientes, el equipo de desarrollo se decidió por Apache Tomcat por motivos de costos y la facilidad para la configuración.

2.7. Eclipse Mars IDE

Eclipse Mars es el IDE seleccionado ya que está compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto, usado en su mayoría para el desarrollo en aplicaciones de lenguaje Java, por su gran integración entre servidores y motores de base de datos. Además, Eclipse funciona en todos los sistemas operativos por lo que es muy beneficioso el uso de este IDE para el equipo de desarrollo (11).

3. Discusión

3.1. Arquitectura del sistema

La arquitectura en la cual se encuentra construida el sistema es la arquitectura Cliente - Servidor, haciendo uso de los patrones MVC (Modelo Vista Controlador), el mismo que ha sido seleccionado y diseñado con base en objetivos (requerimientos) y restricciones que se han presentado en el proyecto (12).

Su fundamento es la separación del código en tres capas diferentes, acotadas por su responsabilidad, en lo que se llaman Modelos, Vistas y Controladores. A continuación, se describe cada una de sus capas.

Modelo

Es la capa donde se trabaja con los datos, contiene todas las funciones que accederán a las tablas y harán las correspondientes inserciones, actualizaciones, eliminaciones, cargas, etc. No obstante, cabe mencionar que cuando se trabaja con MVC lo habitual también es utilizar otras librerías que trabajar con abstracción de bases de datos y persistencia en objetos. Por ello, en vez de usar directamente sentencias SQL, se utiliza un dialecto de acceso a datos basado en clases y objetos.

Vista

La vista es la capa que contiene todos los formularios que son visualizados dentro de las interfaces de usuario, permitiendo con ello la interacción entre el usuario y la aplicación. En la vista generalmente trabajamos con los datos, sin embargo, no se realiza un acceso directo a éstos. La vista pedirá los datos a los modelos y ellos generarán la salida, tal como la aplicación lo requiera.

Controlador

Es una capa que sirve de enlace entre las vistas y los modelos, respondiendo a los mecanismos que puedan requerirse para implementar las necesidades de la aplicación. Sin embargo, su responsabilidad no es manipular directamente datos, ni mostrar ningún tipo de salida, sino servir de enlace entre los modelos y las vistas para implementar las diversas necesidades del desarrollo.

Contiene el código necesario para responder a las acciones que se solicitan en la aplicación, como visualizar un elemento, realizar una compra, una búsqueda de información, etc.

La Fig. 3 muestra la colaboración entre los elementos que forman una aplicación MVC, haciendo uso de la arquitectura cliente – servidor. Como se puede ver, el controlador envía y reciben las peticiones realizadas por el cliente, el modelo procesa las consultas SQL y la vista muestra el contenido en un formato legible para el cliente.

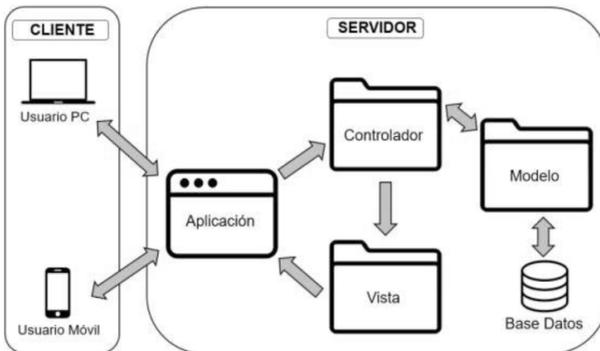


Fig. 3. Arquitectura del Sistema

3.2. Comparativa de metodologías: Ágiles vs. Tradicionales

Teniendo en cuenta la filosofía de desarrollo de las metodologías, aquellas con mayor énfasis en la planificación y control del proyecto, en especificación precisa de requisitos y modelado, reciben el apelativo de metodologías tradicionales o pesadas.

Estas metodologías tradicionales imponen una disciplina de trabajo sobre el proceso de desarrollo del software, con el fin de conseguir un software más eficiente. Para ello, se hace énfasis en la planificación total de todo el trabajo a realizar y una vez que está todo detallado, comienza el ciclo de desarrollo del producto software. Se centran especialmente en el control del proceso, mediante una rigurosa definición de roles, actividades, artefactos, herramientas y notaciones para el modelado y documentación detallada. Además, las metodologías tradicionales no se adaptan adecuadamente a los cambios, por lo que no son métodos adecuados cuando se trabaja en un entorno, donde los requisitos no pueden predecirse o bien pueden variar.

A continuación, se presenta las características principales de cada una de las metodologías que se utilizan para el desarrollo de proyectos de software. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Comparativa de Metodologías

METODOLOGIA TRADICIONAL	METODOLOGIA AGIL
Rigidez ante los cambios, de manera lentos o moderada	Flexibilidad ante los cambios del proyecto de forma moderada a rápida
Los clientes interactúan con el equipo de desarrollo mediante reuniones	Los clientes hacen parte del equipo de desarrollo
Grupos de gran tamaño y varias veces distribuidos en diferentes sitios	Grupos pequeños (promedio 10 participantes in situ) en el mismo lugar
Dependencia de la arquitectura de software mediante modelos	Menor dependencia de la arquitectura de software
Poco Feedback lo que extiende el tiempo de entrega	Continuo Feedback acortando el tiempo de entrega
Basadas en nomas de estándares de desarrollo	Basadas en heurísticas a partir de prácticas de producción de código
Procesos muy controlados por políticas y normas	Procesos menos controlados, pocas políticas y normas
Seguimiento estricto del plan inicial de desarrollo	Capacidad de respuesta ante los cambios

Mediante el análisis realizado anteriormente en la Tabla 4, el desarrollo del presente proyecto ha sido realizado mediante el uso y aplicación de la metodología SCRUM, metodología ágil para gestionar el desarrollo de proyectos de software mediante el trabajo en equipo obteniendo mejores resultados de productividad.

3.3. Metodología de desarrollo SCRUM

SCRUM es una metodología ágil usada por minimizar los riesgos durante la realización de un proyecto, pero de manera colaborativa. Entre las ventajas se encuentran la productividad, calidad y el seguimiento diario con el que se realiza los avances del proyecto, logrando que los integrantes estén unidos, comunicados y que el cliente vaya viendo los avances (13).

Fases de SCRUM

La siguiente Tabla 5 muestra las actividades a realizarse en cada fase para el funcionamiento de la metodología SCRUM.

Tabla 5. Fases de SCRUM

FASE SCRUM	DESCRIPCION
	Lista de requerimientos sobre las funcionalidades del producto
Product Backlog	Es elaborado por el Product Owner y las funciones están priorizadas según lo que es más y menos importante para el proyecto
Sprint Backlog	Es un subconjunto de ítems del Product Backlog, que son seleccionados por el equipo para realizar durante el Sprint sobre el que se va a trabajar
	El equipo establece la duración de cada Sprint
Sprint Planning Meeting	Reunión a realizarse el comienzo de cada SPRINT y se define cómo se va a enfocar el proyecto que viene del Product Backlog las etapas y los plazos
	Cada Sprint está compuesto por diferentes actividades.
Daily SCRUM	Es una reunión breve que se realiza a diario mientras dura el periodo de Sprint
	Se responden individualmente tres preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué voy a hacer hoy?, ¿Qué ayuda necesito?
	El SCRUM Master debe tratar de solucionar los problemas u obstáculos que ese presenten
Sprint Review	Se revisa el sprint terminado, y ya debería haber un avance claro y tangible para presentárselo al cliente
Sprint Retrospective	El equipo revisa los objetivos cumplidos del Sprint terminado. Se anota lo bueno y lo malo, para no volver a repetir los errores
	Esta etapa sirve para implementar mejoras desde el punto de vista del proceso del desarrollo

Participantes

A continuación, se describen los participantes que involucran el uso de SCRUM. (Tabla 6)

Tabla 6. Participantes SCRUM

PARTICIPANTE	DESCRIPCION
Product Owner	Habla por el cliente, y asegura que el equipo cumpla las expectativas
	Es responsable del proyecto
SCRUM Master	Lidera las reuniones y ayuda al equipo si es que tienen problemas
	Minimiza los obstáculos para cumplir el objetivo del Sprint, es un “facilitador” pero no es un gestor
SCRUM Team	Son los encargados de desarrollar y cumplir lo que les asigna el Product Owner
Cliente	Recibe el producto y puede influir en el proceso, entregando sus ideas o comentarios respecto al desarrollo

3.4. ISO/IEC 9126-3 Calidad del software

Estándar internacional que define las características para la evaluación de la calidad del software, enfatiza los siguientes puntos importantes:

- Los requisitos del software constituyen el fundamento para medir la calidad.

- Los estándares utilizados definen un conjunto de criterios que guían la manera en que el software se somete a evaluación.

El estándar ISO/IEC 9126-3 define las características de calidad y el modelo del proceso de evaluación del software. A continuación, se analizará las características de calidad que evalúa el estándar. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Características de Calidad del Software

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Funcionalidad	Capacidad del software para proporcionar funciones que satisfagan las necesidades especificadas e implícitas cuando el software se utiliza en las condiciones especificadas
Fiabilidad	Capacidad del software para mantener un nivel especificado de rendimiento cuando se utiliza en las condiciones especificadas
Usabilidad	Capacidad del software de facilitar al usuario la interacción y el aprendizaje de una manera atractiva para el usuario, depende del tipo de "uso" que se espera y tipo de "usuario" que utilizará el producto (desarrollador, usuario administrador, usuario investigador, usuario visitante)
Eficiencia	Capacidad del software para proporcionar el rendimiento apropiado, relativo a la cantidad de recursos utilizados, bajo las especificaciones determinadas
Mantenibilidad	Capacidad del software para ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, en los requisitos o en las especificaciones funcionales
Portabilidad	Capacidad del software de ser transferido de un entorno a otro

Mediante el análisis realizado anteriormente en la Tabla 7, se ha seleccionado dos características a las cuales se aplicará el modelo de proceso para la evaluación de calidad en el sistema DECO-MAPS.

- Funcionalidad. - Característica seleccionada por las condiciones específicas que debe cumplir el sistema, y,
- Usabilidad. - Característica seleccionada con la finalidad de evaluar la interacción del sistema con el usuario.

4. Conclusiones

Esta revisión de los programas usados en sistemas de información geográfica nos ha permitido conocerlos a profundidad, compararlos a otros existentes y además escoger aquellos que nos permitirán desarrollar una aplicación Web basada en GIS para la medición de campos electromagnéticos a futuro en nuestro sector como parte del proyecto de investigación que se está desarrollando.

Luego de haber realizado un análisis completo de las ventajas y desventajas de la plataforma OpenGeo Suite y sus componentes, se determinó que el alcance y potencial en el desarrollo de la aplicación fue de primordial importancia debido a que fue el pilar en cuanto a la generación de layers, característica fundamental del sistema desarrollado, además de ser una plataforma completa de aplicaciones geográficas basadas en un conjunto de herramientas de Java enfocadas a las tecnologías GIS.

La versatilidad que nos brinda el desarrollo de aplicaciones web georeferencial mediante el uso

de la plataforma Opegeeo Suite basado en java, hará posible automatizar completamente los procesos de interpretación de datos de mapeo electromagnéticos que tradicionalmente se realizaba de forma manual, con las consiguientes ventajas en confiabilidad, rapidez y precisión para la interpretación de estos datos a favor del estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda brindada por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones - Riobamba (AR-COTEL), a la Universidad de Oriente (UO) de Santiago de Cuba por la oportunidad de pertenecer al proyecto de investigación interinstitucional.

Referencias

1. Jiménez, José Carlos. 2001. <http://www.uned.es/>. [Internet] 22 de noviembre de 2001. [citado 3 de diciembre de 2015]; Disponible en: http://es.slideshare.net/josecarlosjimenez/antenas-de-telefonía-celular-y-salud?qid=7ea990b8-0fcf-48e2-9b57-683b888cd103&v=&b=&from_search=10.
2. UIT. 2015. <https://www.itu.int/>. [Internet] 23 de octubre de 2015. [citado 12 de Enero de 2016]; Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/04/T0B040000512C01PDFS.pdf.
3. Jiménez Sabio, Jose Carlos. Antenas de telefonía móvil y salud. 2003. [Internet] diciembre 2003. [citado 12 de enero de 2016]; Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/tifrontal/a-1768-antenas-telefonía-movil-salud.aspx>.
4. Aponte, G., Escobar, A., Pinedo, C., Arizabaleta, G., 2007. Medición de Campos Electromagnéticos en la Ciudad de Cali, Colombia. Información Tecnológica. 18. (3): 39-47
5. Sarría, Francisco Alonso. 2014. <http://www.um.es/>. [Internet] 23 de enero de 2014. [citado 1 de enero de 2016.]; Disponible en: <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>.
6. Heredia, Castillo. 2013. www.espoch.edu.ec. [Internet] 23 de marzo de 2013. [citado 22 de enero de 2016.]; Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/628/1/38T00246.pdf>.
7. Morales, Aurelio. 2015. Mapping Gis. [Internet] 9 de septiembre de 2015. [citado 12 de febrero de 2016.]; Disponible en: <http://mappinggis.com/2012/05/que-es-opengeeo-suite/>.
8. HAT. 2011. <http://hat.hexacta.com/>. [Internet] 22 de octubre de 2011. [citado 23 de diciembre de 2015.]; Disponible en: <http://hat.hexacta.com/gis-mapserver/>.
9. OSGeo Live. 2011. OSGeo-Live 10.5 Documentation. [Internet] [citado 22 de enero de 2016.]; Disponible en: http://live.osgeo.org/es/overview/geoserver_overview.html.
10. Java. 2015. https://www.java.com. [Internet] 12 de enero de 2015. [citado 11 de enero de 2015.]; Disponible en: https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml.
11. Eclipse. 2015. http://www.genbetadev.com. [Internet] 22 de enero de 2015. [citado 22 de noviembre de 2016.]; Disponible en: <http://www.genbetadev.com/herramientas/eclipse-ide>.
12. Álvarez, Miguel Angel. 2014. http://www.desarrolloweb.com. [Internet] 22 de febrero de 2014. [citado 11 de febrero de enero 2016.]; Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>.
13. Gutiérrez, Catalina. 2014. http://www.i2btech.com. [Internet] 22 de abril de 2014. [citado 11 de diciembre de 2015.]; Disponible en: <http://www.i2btech.com/blog-i2b/tech-deployment/para-que-sirve-el-SCRUM-en-la-metologia-agil/>.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL USANDO RADIO DEFINIDO POR SOFTWARE, PARA EL ANÁLISIS DE LA MIGRACIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL EN ECUADOR

(IMPLEMENTATION A DIGITAL TELEVISION TRANSMISSION SYSTEM USING SOFTWARE DEFINED RADIO FROM ANALYZE DIGITAL TELEVISION MIGRATION IN ECUADOR)

M. Guaño(1), H. Moreno(2), R. Morales(3), J. Ribadeneira(4). ESCUELA SUPERIO POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO *Correspondencia. Tel: 0987028086, E-mail: maria.guano@esPOCH.edu.ec (M. Guaño)

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo la implementación de un transmisor de video digital usando SDR (Software Defined Radio). Los sistemas SDR comprenden una parte de hardware y otra parte de software, la parte de software ejecuta el procesamiento de la señal y luego envía la señal a través de la antena. El proyecto analiza los resultados de las pruebas del transmisor implementado y los parámetros necesarios para transmitir la señal de video.

Palabras clave— SDR – Radio definido por Software, TDT – Televisión Digital Terrestre, ISDB-Tb o SBRVD (Sistema Nipo-Brasileño de Televisión Digital Terrestre), DVB-T (Difusión de Video Digital - Terrestre)

ABSTRACT

This research explores the feasibility of implement digital video transmitters under ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial Brazilian) standard using SDR (Software Defined Radio). The SDR systems comprises one part of hardware and another part of software, the software part executes all the signal processes digitalization and then send the signal through the antenna. The project analyzes the results of implementation transmitter test and the necessary parameters to transmit signal video successful.

Key Words— SDR - Software defined Radio, TDT – Terrestrial Digital Television, ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting), DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial).

1. Introducción

Este proyecto tiene como objetivo el estudio de los procesos necesarios para la transmisión de video digital usando radio definido por software, así como también determinar la factibilidad de aplicación en la migración de señal de video analógica a digital. Los sistemas basados en software son una gran herramienta de investigación en las comunicaciones ya que permite ver y configurar paso a paso el proceso de conversión digital, es por ello que es de gran importancia el estudio del software aplicado a TDT. El sistema implementado está desarrollado en GNURADIO un software que en base a bloques interconectados permite diseñar el sistema de transmisión de televisión digital, a través del cual se determinan los parámetros necesarios para una correcta transmisión.

2. Materiales y Métodos

La televisión digital Terrestre (TDT), resulta de la aplicación de procesos de digitalización a la

señal de televisión, este proceso permitirá brindar nuevos servicios interactivos que complementen el servicio de televisión.

La TDT utiliza eficientemente el espectro radioeléctrico permitiendo la optimización del mismo gracias a la subdivisión de canales, es decir puede usar el mismo ancho de banda para emitir hasta 5 canales SDTV (Definición Estándar de Televisión – siglas en inglés), la señal de televisión digital se transmite sobre las bandas de frecuencia VHF Y UHF las mismas que actualmente son usadas para la transmisión de televisión analógica. [1]

La televisión analógica en el Ecuador inicia el 5 de diciembre de 1959 con la concesión de canales de televisión, en el 2007 el Presidente de la República del Ecuador según decreto ejecutivo 681 del 18 de octubre del mismo año, delegó a la SUPERTEL realizar las investigaciones y pruebas necesarias para determinar cuál es el estándar más adecuado para el territorio Ecuatoriano, las pruebas comenzaron el 20 de febrero del 2009 en la ciudad de Quito iniciando con los estándares DVB-T e ISDB-T, posteriormente en junio se continua con la Norma Brasileña ISDB-Tb y el estándar Chino DTMB, para las pruebas se emplearon equipos transmisores de 500W con un ancho de banda de 6MHz a través de los canales 43, 45 y 47 de la banda UHF asignados por el CONARTEL.

De acuerdo a los datos más eficientes de los estándares y en términos de cooperación internacional y aspectos estratégicos el CONARTEL determina adoptar el estándar ISDB-T con variaciones brasileñas en su versión internacional. [2]

Según los datos publicados por el ARCOTEL en marzo del 2017, las provincias en las que ya tiene desplegado al menos un canal TDT son en Azuay, Cotopaxi, Esmeraldas, Guayas, Manabí, Pichincha, Santo Domingo de los Tsachilas y Tungurahua, siendo el mayor despliegue en Pichincha entre ellos: canal UNO, empresa pública de televisión y radio del Ecuador, en Guayas con: Teleamazonas Gye, Telecuatro Gye, Televisión Satelital, entre otros.

El espectro que podría ser aplicado para la migración de Televisión Digital en Ecuador puede estar compartido con un canal adyacente para la transmisión analógica, y la banda de 700MHz para pruebas con 4G según el estudio “Planificación de Frecuencias para Televisión Digital Terrestre (TDT) en Sudamerica” de Ribadeneira J.[3] (figura 1)

2.1. Sistema de Transmisión TDT

El estándar de TDT adoptado por Ecuador es el ISDB-Tb brasileño regido por la norma ABNT NBR 156001:20 en el que cambio la compresión MPEG-2 a MPEG-4, la primera edición de la norma brasileña fue en 2007.

El sistema transmisión tiene una o más entradas de datos TS (Transport Stream – flujo de transporte) con compresión MPEG-4, estas entradas deben ser multiplexadas para crear un único TS. Este TS debe ser sometido a etapas de codificación de canal múltiple y enviado en una única señal OFDM. (Figura 2)

A la señal de transmisión debe ser aplicada ‘time interleaving’ dentro de la codificación para generar menor tasa de errores en la recepción. El espectro de radio difusión contiene 13 bloques OFDM donde el catorceavo segmento o la catorceava parte del ancho de banda de 6 MHz se usa

como banda de guarda, este se asigna asimétricamente según las características de interferencia del canal. [4]

La transmisión ejecutada puede ser de capa jerárquica hasta en 3 capas A, B,C para la cual existen 3 modos (Mode 1,2 y 3) que se caracterizan por tener diferentes separación de portadoras 4KHz, 2KHz y 1KHz respectivamente.

2.1.1. Espectro Radioeléctrico

La televisión digital utiliza canales de 6MHz, al igual que la televisión analógica, sin embargo la televisión digital con el estándar ISDB-T puede aprovechar el espectro asignado al canal y enviar una programación de alta definición o puede subdividir el ancho de banda para enviar hasta 5 canales estándar (figura 3), de tal manera que la tecnología ISDB-T es flexible ya que puede enviar simultáneamente servicios de diferente calidad de imagen por el mismo canal, pueden ser las siguientes variaciones: [4]

- * Un programa de alta definición (1080) y un programa estándar (720x480).
- * Dos programas de alta definición (720).
- * Un programa de alta definición (720) y dos canales de definición estándar.
- * Cuatro programas de definición estándar.

Para impedir la interferencia entre la portadora de video y sonido del canal analógico y las múltiples portadoras del canal digital se puede aplicar mascarar espectrales, a la vez se debe considerar las relaciones de protección de señal deseada vs señal no

deseada como se define en el artículo 12 de la resolución ARCOTEL 2015 – Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Abierta Analógica.

2.1.2. Sistema de Transmisión

Los datos transmitidos se envían en grupo de TS que contiene múltiples TSP, los cuales deben ser codificados, posteriormente se añade señales piloto al segmento de datos en el cuadro OFDM de 13 segmentos que son convertidos en señales de transmisión OFDM por la IFFT. [7]

Del multiplexor MPEG salen múltiples TS que alimentan el re-multiplexor de transporte para formar TSP los cuales son adecuados para el procesamiento de señal, la remultiplexación contiene los TSP de transmisión que deben tener una longitud de 204 bytes de los cuales 188 bytes son datos del programa y 16 bytes son nulos. Los TS son convertidos en TSP por medio de un reloj con tasa cuatro veces mayor que el reloj de muestreo de la IFFT, y se debe aplicar un código RS para que el TSP se convierta en un TS común [7].

Para la transmisión de los TS en capa jerárquica contienen bloques paralelos de procesador como: codificador de corrector de errores (Interleaving y bit interleaving) y modulación de portadoras. Una vez procesada las capas deben ser combinadas y aplicar entrelazamiento de tiempo y frecuencia como método de protección contra la variación de intensidad de campo eléctrico e interferencia. Al paquete se le añade una señal de Control de configuración de transmisión y multiplexación (TMCC siglas en inglés), una señal de programa y una señal piloto de sincronización para completar la formación del cuadro para posteriormente seguir el proceso IFFT y convertirse en señal para transmisión OFDM como se muestra en la figura 4. [8]

2.1.3. Radio Definido por Software

El sistema de Radio definido por software comprende una parte de hardware y otra parte software donde realiza todos los procesos de digitalización a la señal y luego enviarla por la antena, el proceso digital que se realiza mediante software se denomina DSP (Digital Signal Processor) y la lógica programable FPGA (Field Programmable Gate Array). [4].

Otra principal característica de software radio es que es flexible ya que soporta diferentes estándares de comunicación a distintas bandas de Radio frecuencia, lo que permite adaptabilidad e interoperabilidad entre varios sistemas. El sistema de radio basado en software se define por poner el código de análisis de la señal lo más cerca posible a la antena para poder transmitir la onda y luego ser de-modulada por software.

Existen diversas arquitecturas de software que permiten desarrollar sistemas de comunicación, la herramienta más común es a través del software de Arquitectura de Comunicaciones (SCA siglas en inglés), otras herramientas de desarrollo para SDR son aplicaciones que permiten utilizar interfaz gráfica como Simulink, LabView; o la herramienta usada para esta investigación GNU Radio Companion (GRC) el cual trabaja con diagramas de flujo que generan el trabajo de digitalización de la señal y enviar a la antena usando hardware con la tarjeta ‘Universal Software Radio Peripheral’ (USRP). [4]

El sistema de transmisión implementado está compuesto por una etapa de procesamiento el cual es ejecutado por el computador, la siguiente etapa de transmisión la realiza la tarjeta USRP para luego ser enviada al medio; en complemento el sistema de recepción cuenta con las mismas etapas, pero en sentido contrario.

El procesamiento de la señal de transmisión se realiza en un servidor virtualizado que contiene Linux Fedora 23 con GNURADIO COMPANION, el receptor es un computador portátil con un procesador INTEL CORE i7 de 4 CPU con 2.8 GHz, una memoria RAM de 4G y con una tarjeta de video NVIDIA de 2G. Dentro del computador con sistema operativo Linux – Fedora 23 de 64GB se encuentra el software de procesamiento que es GNURADIO Companion versión v3.7.10.1-160 – gefea6826.

El diagrama del transmisor se muestra en la figura 5 y el diagrama del receptor se muestra en la figura 6.

En el software GNURADIO se ejecuta el programa de transmisión como se muestra en la figura 7, los datos de video pasan por las etapas de codificación, entrelazado, mapeo, modulación de los datos según la constelación deseada y posteriormente se agrega los parámetros USRP como la frecuencia de trabajo y ganancia de la antena. La tarjeta usada es la USRP B210 SDR de la marca ETTUS Research conectada al PC por el puerto USB 3.0 y la antena usada es VERT400.

2.2. Escenario de Simulación

El escenario de simulación se muestra en la figura 8, para esta implementación se usó la frecuencia de 500MHz asignada al canal 19.

El archivo de video aplicado es extensión .ts (Transport Stream), formato usado para transmitir video de televisión de alta definición, especificado dentro del estándar MPEG-4.

2.3. Pruebas

Para las pruebas se aplicó variaciones de los siguientes parámetros, con un modo de transmisión 2k.

- Modulación entre 16QAM, QPSK y 64QAM.
- Codificación 1/2, 2/3, 3/4.

3. Resultados

Las pruebas aplicadas a las modulaciones mencionadas dan como resultado las imágenes del espectro y constelación se muestran en la Figura 9 y 10.

El análisis de rendimiento del programa desarrollado se toma en cuenta la calidad de video recibido en base al método de comparación subjetiva.

Para determinar los parámetros aplicados donde se obtiene una correcta transmisión de las pruebas se observa la calidad del video usando un método subjetivo para evaluar la degradación de la señal receptada. En la ITU1368 se aplica el Método de comparación subjetiva para determinar las relaciones de protección de los sistemas de televisión terrenal analógica [9] de igual forma se usa este recurso como técnica de análisis del video recibido en TDT para el presente estudio.

Las mediciones de protección contra ruido para señales TDT se usa el método de punto de fallo subjetivo como criterio de calidad para determinar el límite sin error de la imagen de video en la pantalla, es decir el valor de relación de señal deseada sobre señal no deseada a la entrada del receptor. [9]

El método subjetivo se aplica a los resultados obtenidos en base a la observación de 5 personas no necesariamente experimentados los cuales determinan si el video obtenido tiene una nota de degradación 3 – “ligeramente molesta” o denominada Interferencia Troposférica (T) admisible si la degradación es visible en 1 a 5% del tiempo, y una nota de degradación 4 – “perceptible, pero no molesta” o denominada Interferencia Continua (C) en el que la degradación está presente en el 50% del tiempo.

Los resultados de observación se detallan en la tabla 1.

Los resultados muestran que del sistema implementado se obtienen archivos visibles en la modulación QPSK con codificación 1/2, 2/3, 3/4 y de la modulación 16QAM con codificación 1/2. Según los datos del método subjetivo establecen que la Interferencia Continua está presente mayormente en los videos obtenidos, es decir que la interferencia es perceptible pero no molesta, sin embargo, en las modulaciones QPSK de 2/3, 3/4 y 16QAM de 1/2 la perspectiva de algunos observadores define que la señal tiene degradación “ligeramente molesta”.

Por tanto, los resultados de comparación subjetiva establecen que la modulación QPSK con codificación 1/2 tienen Interferencia continua - perceptible pero no molesta, como consecuencia se deduce que estos son los parámetros que mejor se aplican para obtener una correcta transmisión de video.

4. Conclusiones

El uso del sistema de Radio basado en software o SDR aplicado al estándar ISDB-Tb es una alternativa viable para la migración de televisión digital ya que se comprobó mediante la implementa-

ción del sistema de transmisión de TDT en la herramienta de software la correcta transmisión de un archivo de video de extensión .ts; las pruebas demostraron que la transmisión y recepción es posible a través del periférico de salida USRP que en conjunto con el software se complementan para obtener un sistema de radiocomunicaciones de televisión digital.

Radio definido por software es un sistema muy flexible y variable ya que permite una variedad de opciones de configuración del sistema haciéndolo adaptable a cualquier escenario. La etapa de software escogida fue GNURADIO open source es decir de libre descarga que provee una herramienta robusta totalmente versátil para el desarrollo de aplicaciones de comunicación, la etapa de hardware usada fue la tarjeta USRP B210, dicha tarjeta en sí permite la configuración de sincronización, potencia de la antena, entre otras y el modelo seleccionado soporta configuración automática del reloj para la sincronización.

Al sistema implementado se aplicó el Método de comparación subjetiva como punto de análisis para determinar el nivel de degradación de la señal recibida, con ello se obtuvo que la interferencia Continua - “perceptible, pero no molesta” esta mayormente presente en los archivos recibidos, y que la modulación QPSK con codificación 1/2 son los parámetros que mejor se aplican para obtener una correcta transmisión.

Referencias

- [1] Alvarado J, AVECILLAS A. (2015). Propuesta para la distribución de Frecuencias en el segmento televisivo del Ecuador de acuerdo a la norma ISDB-Tb. Universidad Politécnica Salesiana.
- [2] Sotelo, R., Diego, D., & Joskowicz, J. (2011). Sistema de transmisión ISDB-T. Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, (9), 67-77.
- [3] Ribadeneira, J., Planificación de Frecuencias para Televisión Digital Terrestre (TDT) en Sud-america, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Febrero 2016, <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/2569>
- [4] Sotelo, R., Diego, D., & Joskowicz, J. (2011). Sistema de transmisión ISDB-T. Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, (9), 67-77.
- [5] de la Morena Álvarez-Palencia, C., López, Á. M., & García, M. B. (2008). Comparación entre arquitecturas de RF para Radio Definida por Software. XXIII Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio, 149.
- [6] Adriano, E., Diseño de los parámetros técnicos para la convergencia de televisión analógica a televisión digital ISDB-Tb de Tvs Canal 13 de la Ciudad de Riobamba, UNACH, 2013.
- [7] Sotelo, R., & Durán, D. (2008). Modulación digital: aplicación a la televisión digital en DVB. Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica, (6), 42-63.
- [8] ABNT NBR 15601:2007, Televisión digital Terrestre - Sistema de Transmisión.
- [9] ITU, Recommendation ITU-R BT.1368-12, Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands, febrero 2015.

Tablas y Figuras



Fig. 1. Distribución de espectro para TDT en Ecuador [3]

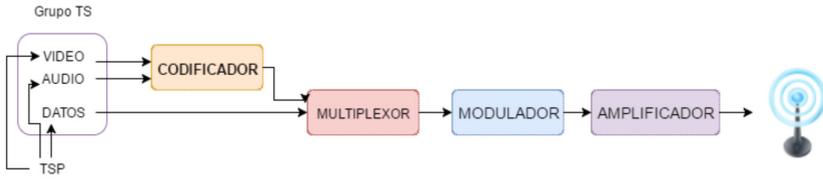


Fig. 2. Sistema de Transmisión de Televisión Digital [8]

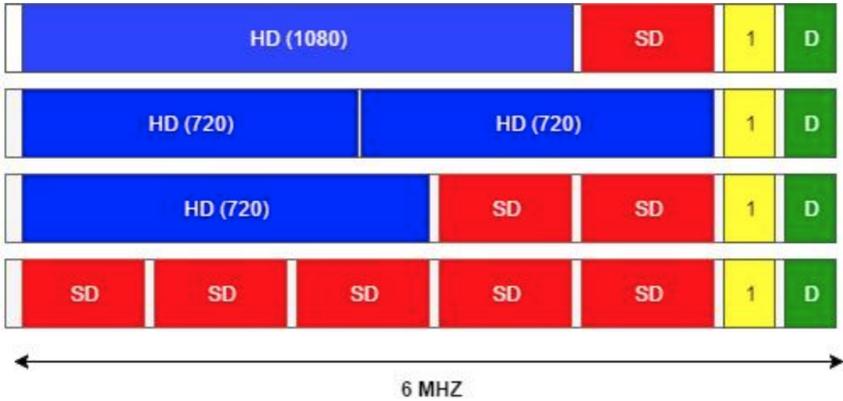


Fig. 3 Uso del Espectro ISDB-T -Diseño de la Ingeniería de un Canal TDT basado en el estándar ISDB-T Internacional Para Tv Sultana De Riobamba

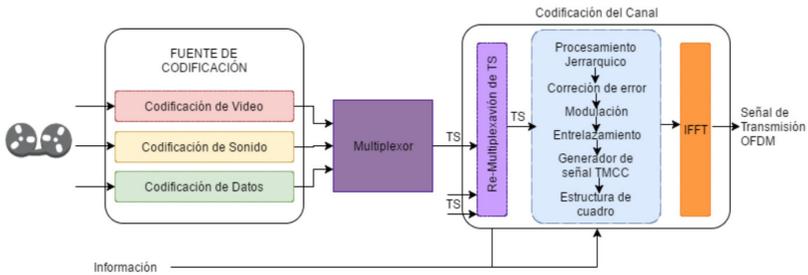


Fig. 4 Diagrama de Bloques del Sistema de Transmisión [8]



Fig. 5. Diagrama de bloques Transmisor del Sistema. Fuente: El Autor

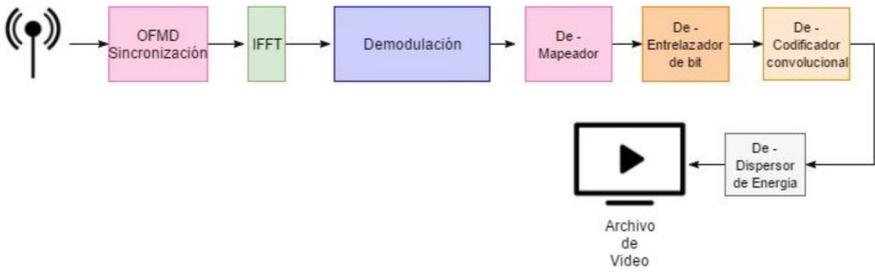


Fig. 6. Diagrama de bloques Receptor del Sistema. Fuente: El Autor

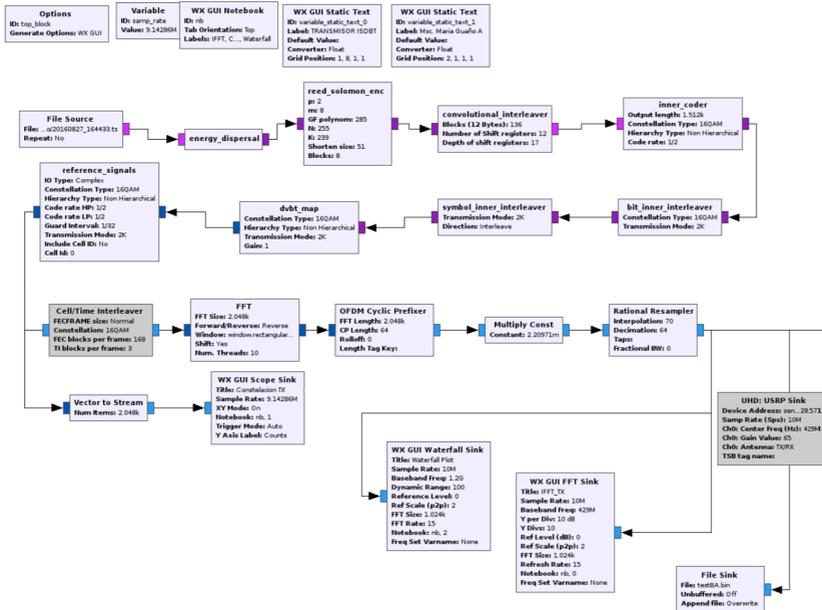


Fig. 7. Programa de Transmisión de video. Fuente: El Autor



Fig. 8. Escenario. Fuente: El Autor

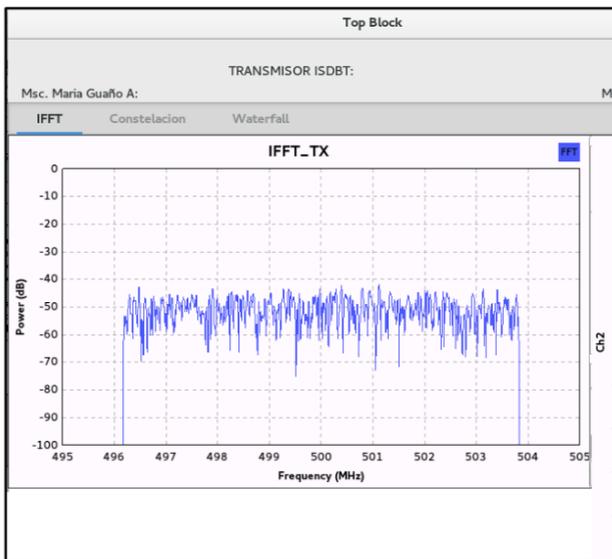


Fig. 9. Prueba 1 Transmisor: Espectro. Fuente: El Autor

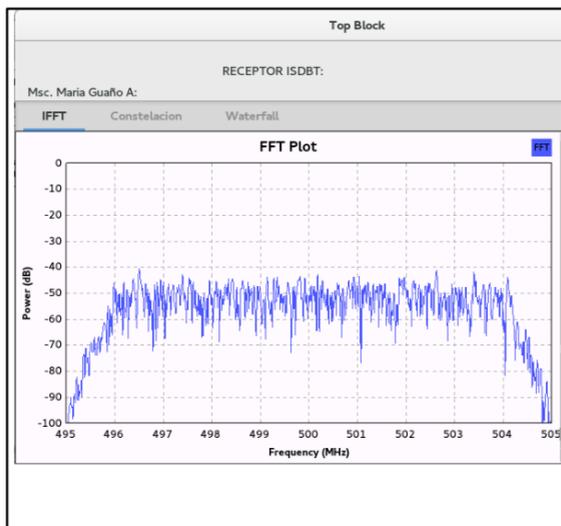


Fig. 10. Prueba 1 Receptor: Espectro Fuente: El Autor

Tabla 1. Tabla de resultados

N°	PRUEBA	VISIBILIDAD PRUEBAS	CALIDAD DE VIDEO	
			OBSERVACIÓN	
			Nota 3 (T)	Nota 4 (C)
			Interferencia Troposférica (1% tiempo) "ligeramente molesta"	Interferencia Continua (50% tiempo) "perceptible, pero no molesta"
1	QPSK -1/2	SI	1	4
2	QPSK -2/3	SI	2	3
3	QPSK -3/4	SI	2	3
4	16QAM -1/2	SI	3	2
5	16QAM -2/3	NO	N/A	N/A
6	16QAM -3/4	NO	N/A	N/A
7	64QAM -1/2	NO	N/A	N/A
8	64QAM -2/3	NO	N/A	N/A
9	64QAM -3/4	NO	N/A	N/A

Fuente: El Autor

ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN CONTINÚA DE QUÍMICOS DEL ACTIVO LIBERTADOR DE PETROAMAZONAS – EP

(ANALYSIS OF OPERATIONAL RELIABILITY IN THE SYSTEM CONTINUOUS CHEMICAL INJECTION OF THE ACTIVE LIBERATOR PETROAMAZONAS - EP)

E. E. Mancero Orozco(1), C. J. Santillán Mariño (2)*

(1) Dpto. de Mantenimiento, Petroamazonas EP, ernesto.mancero@gmail.com (2) Facultad de Mecánica, ESPOCH.

*Correspondencia. Tel.: 0984067328, Fax: 032946243, csantillan_m@esPOCH.edu.ec, (C. J. Santillán Mariño)

RESUMEN

La presente investigación consiste en realizar un análisis de la confiabilidad operacional en el sistema de inyección continua de químicos para los procesos de producción de petróleo en el área Secoya, donde se detectó que existe pérdida de la capacidad de funcionamiento deseado por el usuario en los principales activos, para los que se exige que cumplan con su función todo el tiempo. Para la propuesta del plan de mantenimiento específico se aplicó los criterios técnicos de la norma SAE-JA-1011 cuyos resultados fueron socializados con el personal del área de mantenimiento industrial para su implementación y evaluación. Posteriormente se aplicó y validó trimestralmente la calidad de la información ingresada a Maximo Oil & Gas, lo que permitió determinar el stock óptimo de repuestos en función de las estadísticas de fallos reportados y de trabajos ejecutados por parte del área de mantenimiento. La aplicación de los diagramas de Pareto y el cálculo de indicadores de mantenimiento como son tiempo medio entre fallos, tiempo medio para reparación, la disponibilidad y la confiabilidad en 18 de los 32 sistemas de inyección, establecidos como los sistemas que tuvieron mayor frecuencia de fallos y con confiabilidades entre el 14 y 92 %, para un periodo de operación de 720 horas se determina como óptimo el plan de mantenimiento propuesto.

PALABRAS CLAVES: Confiabilidad Operacional, Sistemas de Inyección de químicos, RCM.

ABSTRACT

The present investigation is to perform an operational reliability analysis to the chemical continuous injection system for the petroleum production processes at the Secoya area, since it has been detected that there is loss of operation capacity desired by the user, because this type of equipment is required to fulfill its permanent. The SAE-JA-1011 criteria was applied and evaluated at Secoya. The results of the evaluation were socialized with the maintenance personnel, which served to propose a standardized model for recording events and requirements related to failures in the chemical injection system. Subsequently, the quality of the information entered at Maximo Oil & Gas was applied and validated quarterly together with the supervision of instrumentation that allowed to determine the optimum "stock" of parts in function of the reported statistics of failures and executed works by maintenance. Through the application of Pareto diagrams and the calculation of maintenance indicators such as mean time between failure, mean time to repair, availability, reliability of 18 systems of 32 chemical injection systems, it was determined which systems had the highest frequency of failures in the wells which determined reliabilities between 14 and 92%, for an operation period of 720 hours and specific maintenance plan is proposed as

great.

Keywords: Operational reliability, continuous chemical injection system, oil production processes, RCM.

1. Introducción.

En los procesos de exploración y producción de petróleo es requisito fundamental la inyección y el tratamiento químico, para lo cual se utilizan bombas de desplazamiento positivo recíprocas acopladas a un motor eléctrico mediante líneas de acero inoxidable que van desde 3/8" a 1/2" de diámetro, estos equipos abastecen el químico proveniente desde un tanque acumulador hasta los puntos seleccionados. El proceso exige para este tipo de sistemas su funcionamiento las 24 horas del día durante los 365 días del año, razón por la que se les conoce como sistemas de inyección de químicos continúa.

La pérdida de la capacidad de funcionamiento deseado por el usuario para la inyección continúa de químico en los procesos de producción de petróleo, se ha determinado como problema central, el cual se convierte en un factor causal en la desviación de los parámetros de calidad establecidos, baja eficiencia en los procesos para producción de petróleo, así como también daños en tuberías, daños mayores en los equipos y componentes del sistema de levantamiento con bombas electro sumergibles de los pozos de producción de petróleo, cuyos costos de intervención son muy significativos dentro de las operaciones y mantenimiento de pozos conocido en el ámbito petrolero como Work Over.

El Ingeniero de Corrosión mediante análisis de laboratorio, determina las condiciones de petróleo, agua y gas que fluyen desde la formación, con estos resultados de los análisis de laboratorio, se evalúa la necesidad, dosificación y cantidad del químico requerido para corregir las desviaciones en los parámetros de eficiencia y calidad del producto que para nuestro caso es el petróleo.

La inyección continua de químicos previene y preserva el estado o condición de tuberías y equipos en las operaciones de los pozos, actúa en los procesos de deshidratación del petróleo y en el tratamiento o acondicionamiento del agua de formación para que en su momento sea inyectado en pozos.

Al perforar los pozos, el agua de formación empieza a fluir junto con el petróleo hacia la superficie, cambiando sus condiciones de presión y temperatura. La variación en las condiciones de presión y temperatura con respecto a las condiciones del yacimiento la convierte en sobresaturada. Por esta razón los iones en solución forman las diferentes sales, las mismas que se precipitan en forma de incrustaciones adherentes a lo largo de la tubería y los demás equipos del proceso de producción en superficie.

Estas incrustaciones pueden ser de diferentes tipos, dependiendo de la composición físico químico del agua que se maneje, por tanto los primeros problemas de sólidos son de incrustaciones a lo largo de la tubería hasta la cabeza del pozo, el agua de formación casi siempre es de naturaleza corrosiva con tendencia a corroer el metal y los equipos en contacto con ella.

El agua producida a menudo esta sobresaturada de compuestos o sales incrustantes (principalmente de carbonatos de calcio), esto causa depósitos duros y muy difíciles de remover que afectan al flujo a través de tuberías. En la Figura 1, se muestra la consecuencia de una inadecuada o falta de inyección de químico, ya sea por falta del químico o por avería de los equipos que conforman

este sistema. Las tuberías con reducción en su sección interior, provocan desviaciones en los parámetros operativos tales como aumento en presiones, menor flujo, mayor tiempo de operación de equipos y energía para la operación de bombas, acortando de esta manera su vida útil.



Fig. 1: Corte de Tuberías y efectos por la inyección inadecuada de químicos (Departamento de Producción Secoya)

Por estas razones es importante que el Departamento de Mantenimiento utilice métodos y políticas de mantenimiento que garanticen mantener las funciones principales y secundarias de los activos que forman parte del sistema de inyección de químicos.(1)

Esta pérdida de capacidad en la inyección continua de químicos genera además, un aspecto negativo en la imagen, gestión y calidad del mantenimiento realizado por los técnicos instrumentistas, puesto que en muchas ocasiones se ven obligados a pasar a segundo plano los mantenimientos planificados y programados para la instrumentación de campo que es una de las competencias principales de la sección instrumentación de la superintendencia de mantenimiento de la empresa Petroamazonas Empresa Pública.

Para la realización de la presente investigación, se identificó la real problemática con la finalidad de trazar la metodología para llegar a la meta, en la misma se determinó que existe pérdida de la capacidad de funcionamiento deseado por el usuario para la inyección continua de químico en los procesos de producción de petróleo. Esta investigación aplicación se fundamentó teórica y epistemológicamente y se identificó los parámetros para ser considerados como indicadores, mismos que permiten obtener información para analizarlos, interpretarlos y evaluarlos.(1)

Los datos obtenidos son confrontados a través de un comparativo, con diversas técnicas de recolección de información se tabula e interpreta los datos obtenidos en el campo y mediante los diagramas de Pareto se inicia el proceso para determinar los indicadores de mantenimiento como son MTBF, MTTR, Disponibilidad, Confiabilidad, además se propone un modelo estandarizado para registro de los eventos y requerimientos relacionados con fallas en el sistema de inyección de químicos.(2)

Finalmente, se elabora una propuesta para el plan de mantenimiento de los sistemas de inyección de químicos aplicado a las islas de producción (pozos) en función de la Norma SAE-JA-1011(3), y de esta manera dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

* Analizar la confiabilidad operacional en el sistema de inyección continua de químicos para los procesos de producción de petróleo en la Área Secoya del activo Libertador bloque 57 de Petroamazonas Empresa Pública con la correspondiente elaboración de un modelo de registro de eventos de falla.

* Proponer la implementación del plan de mantenimiento, para los sistemas de inyección de químicos en islas de producción según los criterios de la norma SAE-JA-1011, validados trimestralmente mediante el software Maximo Oil & Gas y que permita determinar las reservas óptimas de repuestos.

2. Materiales y Métodos

Según el Análisis de Fiabilidad de Equipos(1), “la teoría de la fiabilidad es el conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos y prácticas operativas que, mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, están dirigidos a resolver problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración de vida media y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de un sistema”, por tanto, para la elaboración adecuada y sobre todo que responda a la aplicación específica en el Bloque 57 de Petroamazonas Empresa Pública del Plan de Mantenimiento se requiere de:

2.1. Requerimientos para la inyección de químico.

El sitio de inyección de químico varía de una instalación a otra y depende de las características de los fluidos, la inyección de químico que se requiere en el múltiple de producción (Manifold) que es un conjunto de válvulas y tuberías, en los separadores de prueba y producción, en las tuberías de entrada a los tanques de almacenamiento de petróleo y en las bombas para transferencia de fluidos. Es muy importante la inyección del químico para la protección contra la corrosión de tuberías y equipos asociados.

2.2. Tasa de inyección.

Es la cantidad de químico que debe ser inyectado en un tiempo específico, puede estar definido en galones por día GPD. Los sistemas de inyección están disponibles para tasas que oscilan desde 0,5 hasta 160 GPD y depende de la bomba inyectora seleccionada. De acuerdo a datos proporcionados por Ingeniería de Corrosión esquemáticamente, los puntos más comunes para la inyección de químicos están concentrados y representados en la figura 2.



Fig.2: Puntos de Inyección de Químicos

2.3. Análisis de criticidad de equipos.

Para este análisis se toma como medio de consulta y apoyo, el documento o procedimiento de Jerarquización de Sistemas y Unidades, elaborado por Petroamazonas Empresa Pública y aprobado por la Gerencia de Mantenimiento. El alcance de este procedimiento aplica a los ítems mantenibles correspondientes a los niveles taxonómicos 5, 6, 7 y 8 de la Norma ISO 14224: 2006.(2) Como referencias bibliográficas para la elaboración de este procedimiento se aplica las normas: NTC5254 Gestión del Riesgo (3) y NORZOK Z-008. Criticality Analysis for Maintenance Purposes. (4)

2.4. Registros de fallo.

Petroamazonas EP como soporte a la gestión de mantenimiento implementó herramientas informáticas y personal técnico para la gestión de activos que son los encargados de la recolección y alimentación de la base de datos de mantenimiento cuya plataforma y aplicación se conoce con el nombre Maximo Oil & Gas (5) cuya pantalla de inicio se presenta en la figura 3, plataforma que sustenta sus estándares internacionales en la norma ISO 14224:2006(2), en esta base de datos están incluidos los equipos que conforman los sistemas de inyección de químicos que es el tema de estudio para esta investigación.



Fig. 3: Sistema de gestión de mantenimiento Máximo Oil & Gas (Ingeniería de Gestión de Activos)

La recolección de datos para ingresar en la aplicación o software de mantenimiento, será durante todo el ciclo de vida operacional del activo, incluyendo la instalación, arranque, operación, mantenimiento y modificaciones que sean necesarias sin afectar el proceso productivo en la empresa. La recopilación de datos está enfocada en la calidad de la información que está caracterizada por:

- * Integridad de los datos en relación a las especificaciones,
- * Cumplimiento de las definiciones de los parámetros de confiabilidad, tipo de datos y formatos,
- * Manipulación y almacenamiento de los datos,
- * Información de relevancia para las necesidades del usuario.

2.5. Formulario para registro de trabajos solicitados.

El formulario para el registro de trabajos solicitados para los sistemas de inyección de químicos, nos brinda la posibilidad de tener históricos de fallo, tipo de fallo, frecuencia, novedades adicionales, tipo de químico involucrado, las acciones correctivas realizadas y que servirán de base para

alimentación al sistema de gestión de mantenimiento Maximo Oil & Gas(5).

El registro de datos contempla:

- * Datos del equipo que normalmente se encuentra en una placa metálica sobre el activo, o en los catálogos y boletines técnicos proporcionados por el fabricante,
- * Taxonomía dentro del proceso,
- * Atributos del equipo,
- * Registros de falla, sus causas y consecuencias,
- * Intervenciones para mantenimiento, recursos utilizados y demás acciones estrictamente necesarias para mantener su función.

2.6. Afectaciones a la producción y/o la operación.

Si el fallo provoca afectaciones a la operación, es más importante registrar el tiempo de parada que el tiempo medio para la reparación (MTTR) justificado por:

- * Si se emplea el término “tiempo de reparación” en lugar del “tiempo de parada”, se puede afectar la posterior evaluación de las consecuencias operacionales del fallo.
- * La evaluación de las consecuencias debe realizarse para el “peor caso” y no para el “caso promedio”

El registro de los efectos sobre la capacidad operacional contempla:

- * Cualquier forma en que el fallo afecte significativamente la capacidad operacional del activo, o Posibles situaciones:
- * Si se afecta la calidad del producto o del servicio al cliente y si ocasiona alguna penalización financiera.
- * Si algún otro equipo o actividad se detiene o se ralentiza.
- * Si el fallo ocasiona incrementos en los costos totales de operación, además de los costos directos de reparación
- * Si el fallo ocasiona algún daño secundario.

2.7. Los diagramas de Pareto.

Los problemas de calidad se presentan como pérdidas (productos defectuosos y su costo). Es muy importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida. La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. Si se identifica las causas de estos pocos defectos vitales, podremos eliminar casi todas las pérdidas, concentrándonos en esas causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permite solucionar este tipo de problemas con eficiencia. (6)

2.8. Mejoramiento en la confiabilidad operacional.

El Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional (7) es considerado como una ruta flexible para las empresas que buscan la excelencia empresarial, y consta del análisis de parámetros operativos en relación a: mantenibilidad y confiabilidad, confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos y de los equipos, sobre los cuales se debe actuar si se desea lograr un mejoramiento continuo y de largo plazo.

2.9. Implantación del proceso RCM.

Es un proceso usado para decidir lo que debe hacerse y asegurarse de que cualquier activo, proce-

so o sistema continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga. Lo que los usuarios esperan de sus activos es definido en términos de parámetros principales de ejecución, tales como producción, información, velocidad, alcance y capacidad de transporte.

Cuando es pertinente, el proceso RCM (8) también define lo que los usuarios quieren en términos de riesgo (seguridad e integridad ambiental), calidad (precisión, exactitud, consistencia y estabilidad), control, comodidad, contención, economía, servicio al cliente, entre otros.

Paso siguiente en el proceso RCM (8) es identificar las formas en las cuales el sistema puede fallar en el cumplimiento de esas expectativas (estados de falla), seguidos por un FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), (Análisis de los modos de Falla y de los Efectos) (9), para luego identificar todos los eventos que son razonablemente las probables causas de cada estado de falla.

Finalmente, el proceso RCM (8) busca identificar una apropiada política del manejo de fallas, control de sus consecuencias y mejora de las características técnicas.

Las opciones de la política del manejo de falla (10) incluyen:

- * Mantenimiento predictivo.
- * Mantenimiento preventivo.
- * Búsqueda de fallas.
- * Cambio del diseño o configuración del sistema.
- * Cambio de la forma en que es operado el sistema.
- * Operarlo para que falle.

2.10. Resultados de un plan de mejoramiento de la confiabilidad operacional.

La Confiabilidad Operacional está fundamentada sobre una aproximación del sentido común hacia la eficiencia empresarial. Esta no es una fórmula mágica para triunfar, pero introduce una aproximación sistemática hacia la remoción de las causas de fallas y los actores de mala confiabilidad que afectan los procesos críticos y la rentabilidad de la empresa.

3. Resultados y Discusión.

De acuerdo al inventario de equipos que actualmente están operando en la estación SECOYA del B57 activo Libertador de Petroamazonas Empresa Pública, 25 bombas de inyección de químicos están en la estación o planta de proceso y 49 bombas en islas de producción (pozos productores), estas bombas son del tipo de desplazamiento positivo en tamaños que van desde 1/4" hasta 1/2" con capacidad de inyección de 0,5 GPD hasta 80 GPD con una sola cabeza de inyección y esta capacidad se duplica si existe dos cabezas acopladas a la misma bomba, los motores de accionamiento son eléctricos de 1/4 a 1/2 HP y cuyo voltaje de alimentación es de 110 y 480 VAC

Para el caso de las bombas de químico de la estación o planta de proceso existe un plan de mantenimiento preventivo trimestral que consta en la herramienta informática para la gestión del mantenimiento Maximo Oil & Gas (5).

Para las bombas de inyección de químico instaladas y operando en los wellpads o islas de producción ubicadas en los pozos productores no se tiene un plan de mantenimiento preventivo, allí se detecta una debilidad y una oportunidad de mejora de este sistema de inyección de químicos. Además, no existe un estudio sobre la confiabilidad operacional sobre estos sistemas, lo cierto es que las fallas reportadas por personal de operaciones y corrosión es a diario, creando un malestar tanto en el cliente como en el grupo mantenedor, esto afecta la imagen y la calidad del servicio

que presta el departamento de mantenimiento y consecuentemente las implicaciones al proceso por la inadecuada inyección del químico.

La recopilación de la frecuencia de fallos presentados durante el periodo de análisis se presenta en la tabla 1, a partir de cuyos resultados se elabora el diagrama de Pareto que permite evaluar las posibles tareas a identificar y atender de acuerdo a los diferentes modos de fallo fundamentales del sistema, del subsistema o activo, según los criterios normados.

Tabla 1: Datos para la elaboración del diagrama de Pareto

Locación	Frecuencia	% Acumulado	% por Locación	80-20
SCY -43	31	8.3	8.33	80
SCY -28	26	15.3	6.99	80
SCY -45	22	21.2	5.91	80
SCY-01	21	26.9	5.65	80
SCY -44	21	32.5	5.65	80
SCY-03	20	37.9	5.38	80
SCY -05	18	42.7	4.84	80
SCY -08	18	47.6	4.84	80
SCY -27	18	52.4	4.84	80
SCY -31	17	57.0	4.57	80
SCY -32	16	61.3	4.30	80
SCY -37	16	65.6	4.30	80
SCY -42	15	69.6	4.03	80
SCY -17	13	73.1	3.49	80
SCY -22	12	76.3	3.23	80
SCY -39	12	79.6	3.23	80
SCY -19	10	82.3	2.69	80
SCY -49	10	84.9	2.69	80

El registro de los datos contempla el reporte sobre novedades de fallos de los sistemas de inyección de químico, el cual se lo realiza de forma diaria mediante correo electrónico de parte de los usuarios a la supervisión de instrumentación, quienes tienen la responsabilidad de atender este requerimiento para lo cual se ha creado un formulario para el registro de trabajos solicitados, el mismo que permite almacenar los históricos de los fallos, tipo de fallo, frecuencia, novedades adicionales, tipo de químico

involucrado, las acciones correctivas realizadas y que servirán de base para la alimentación del sistema de gestión de mantenimiento.

Con los datos obtenidos y a través de empleo del diagrama de Pareto, estadísticamente se clasifica en orden de relevancia las principales fallas presentadas en las locaciones en lo conocido como Ley 80-20 o clasificados como los “pocos vitales de los muchos triviales” que de forma general serán los que tengan mayor impacto en la producción. Las locaciones de mayor influencia serán consideradas en un número de 10, bajo los resultados obtenidos a partir de la Figura 4.

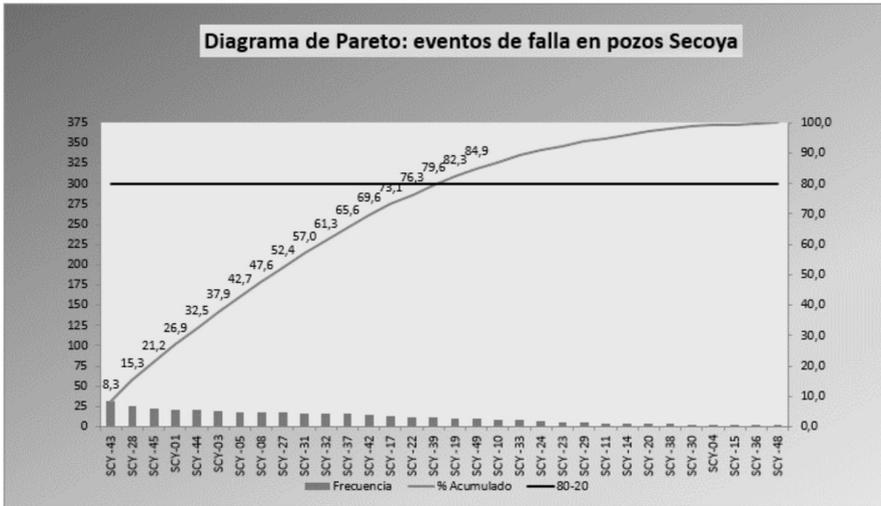


Fig. 4: Diagrama de Pareto para eventos de falla en pozos de Secoya (Autores, 2016)

Según (Nicholls D.,2005) (11) da el tiempo medio entre fallos para varios tipos de equipos entre los que se encuentran las bombas e indica que su MTBF debe estar en un rango de 31 000 a 143 000 horas, con lo que el valor deseado mínimo sería de 31 000 horas como rango de aceptable de operación y que mediante el cálculo de confiabilidad esperado según MTBF es 0,9770 lo que equivale al 98 % de confiabilidad en las 720 horas de operación presentado en la tabla 2.

Tabla 2: Resultado de MTBF actual y esperado (Autores, 2016)

LOCACIÓN	MTBF ACTUAL	CONFIABILIDAD ACTUAL	DISPONIBILIDAD	MTBF ESPERADO	CONFIABILIDAD ESPERADA
SCY-43	365	14%	16%	31000	98%
SCY-28	398	16%	14%	31000	98%
SCY-45	876	44%	3%	31000	98%
SCY-01	1251	56%	1%	31000	98%
SCY-44	8760	92%	0%	31000	98%
SCY-03	1251	56%	1%	31000	98%
SCY-05	876	44%	3%	31000	98%
SCY-08	2190	72%	0%	31000	98%
SCY-27	1460	61%	1%	31000	98%
SCY-31	1752	66%	1%	31000	98%

SCY-xx; código identificación pozo Secoya xx; MTBF; Mean Time Between Failure
 En la Introducción se mencionó que las bombas de químico ubicadas en los well pads o islas de producción (pozos) no se tiene un programa de mantenimiento preventivo, lo cual se considera como una debilidad para la organización, con oportunidad de mejora. Para que esta oportunidad de mejora tenga resultados positivos es necesario que se encamine al usuario, hacia una nueva

cultura de mantenimiento y operación.

Según (Sexto, 2014) (12), expresa la importancia estratégica del RCM y su impacto sobre tres factores que determinan el desempeño del activo:

Confiabilidad Inherente (¿Cómo fue diseñada?)

Plan de Mantenimiento (¿Cómo será o es mantenido?) Contexto Operacional (¿Cómo será o es utilizado?)

Por tradición la mayoría de los planes y programas de mantenimiento han sido desarrollados y son llevados a cabo sólo por el personal de mantenimiento, sin considerar el contexto operacional, por esta razón se plantea necesario la formación de un equipo natural de trabajo, la conformación de este grupo multidisciplinario estará integrado por personal de los departamentos de operaciones y de mantenimiento y que permita a las Superintendencias de Mantenimiento, Operaciones y Gerencia de Campo tener un acceso sistemático al conocimiento y experiencia de cada miembro del grupo.

La American Society of Automotive Engineers publica la norma SAE JA 1011(13), como criterio de evaluación del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), esta norma establece lo que se deberá definir en el contexto operacional del activo de acuerdo a lo presentado en la Tabla 3.

Tabla 3: Requisitos Norma SAE-JA 1011(13)
Requisitos de la Norma SAE JA1011

A. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)

A.1 Funciones.
A.1.1 Se definirá el contexto operacional del activo.
A.1.2 Todas las funciones de un activo / sistema, deben ser identificados (todas las funciones primarias y secundarias, incluyendo las funciones de todos los dispositivos de protección.
A.1.3 Todas las declaraciones de función deberán contener un verbo, un objeto, y un estándar de rendimiento (cuantificada en todos los casos en que esto se puede hacer).
A.1.4 Normas de funcionamiento incorporados en las declaraciones de funciones será el nivel de rendimiento deseado por el propietario o usuario del activo / sistema operativo en su contexto.

SAE; Society Automotive Engineers

Cuando no se cumplen las normativas y procedimientos operativos, se tiene como resultado condiciones sub estándar (14). Los activos del sistema de inyección de químicos en algún momento de su etapa de operación y vida útil presentan fallas relacionadas con liqueos y fuga de químicos, que de no ser controlado a tiempo, esta condición de falla, genera impactos ambientales por contaminación del suelo y área circundante. Ante esta condición de falla que se presenta en las bombas de químico, en los bulk tank, en los indicadores de nivel de verificación de inyección – dosificación y demás accesorios y sobre los que se debe actuar mediante la aplicación de los siguientes procedimientos: permisos de trabajo, plan de manejo ambiental (PMA), programa de manejo de químicos, manejo defensivo y programa ALERT.

La seguridad exige que en las nuevas facilidades se instale un sistema de alivio de presión, que consta de válvulas PSV (Pressure Safety Valve) cuyo set point está entre 500 y 750 Psi, adicional se instala un indicador de presión de rango 0 – 1 000 Psig, que servirá para verificar el comportamiento de la bomba y su eficiencia dentro del proceso de inyección de químico.

La propuesta del plan de mantenimiento para los sistemas de inyección de químicos en las islas de producción (pozos), una vez que se tiene conocimiento acerca del contexto operacional, contempla actividades complementarias o secundarias y relacionadas entre otras cosas a:

- * Soldadura y corte de tuberías en protecciones de bomba – motor. Responsable: Facilidades Ingeniería y Construcción (FIC)

- * Limpieza de tanques de almacenamiento de químicos bulk tank. Responsable: Operaciones e Ingeniería de Corrosión.

- * Coordinación efectiva a fin de que las fechas de ejecución de mantenimiento de bombas coincida con el mantenimiento de equipos de superficie y motores eléctricos acoplados a dichas bombas. Responsable: Departamento

Eléctrico de la Superintendencia de Mantenimiento.

- * Riesgos para la seguridad de acuerdo al programa de manejo de químicos y comunicación de peligros.

- * Descripción del contexto operacional para los sistemas de inyección de químicos en la estación o planta de procesos.

- * Determinación de las funciones de los activos para inyección de químicos.

- * Descripción de funciones primarias del bulb tank, tableros de control, motores eléctricos, acoples mecánicos, válvula

de seguridad PSV, indicadores de presión, bomba de desplazamiento positivo.

Las tareas de mantenimiento para las bombas de químico de la planta de procesos, se encuentran establecidos mediante planes de trabajo (Job Plan), una parte de estas actividades se aplicarían en los planes de trabajo que se realizaran para el mantenimiento de bombas de químico de las islas de producción (pozos). Las actividades adicionales para el mantenimiento de las bombas se realizaran de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Finalmente, aplicado el plan de mantenimiento (15) propuesto, los índices de fiabilidad (16) se determinan a partir del cálculo del MTBF (Análisis de la fiabilidad de los equipos); del tiempo medio de reparación (MTTR), de análisis de fiabilidad de equipos considerado como la probabilidad de desarrollar la función requerida, es decir la probabilidad de que no exista fallos en el tiempo t el cual se encuentra en el 63,2 % de los datos (Tabla 4).

Tabla 4: Índices de fiabilidad y disponibilidad en los pozos Secoya (Autores, 2016)

LOCACIÓN	Fallos funcionales	λ (horas)	MTBF	MTTR	TTR	DISPONIBILIDAD	$R(t) = e^{-\lambda t}$ (720 horas)	$F(t) = 1 - R(t)$
SCY-43	24	0,002739	365	60	1440	84%	14%	86,09%
SCY-28	22	0,002511	398	55	1210	86%	16%	83,61%
SCY-45	10	0,001141	876	25	250	97%	44%	56,04%
SCY-01	7	0,000799	1251	17,5	122,5	99%	56%	43,75%
SCY-44	1	0,000114	8760	2,5	2,5	100%	92%	7,89%
SCY-03	7	0,000799	1251	17,5	122,5	99%	56%	43,75%
SCY-05	10	0,001141	876	25	250	97%	44%	56,04%
SCY-08	4	0,000456	2190	10	40	100%	72%	28,02%
SCY-27	6	0,000684	1460	15	90	99%	61%	38,93%
SCY-31	5	0,000571	1752	12,5	62,5	99%	66%	33,70%

SCY-xx; código pozo Secoya –xx; λ ; Tasa de fallos; MTBF; Mean Time Between Failure; MTTR; Mean Time To Repair; TTR; Tiempo de reparación; R(t); Reability; F(t); Fiability.

4. Conclusiones.

- * El sistema de inyección continúa de químicos con fallas al inicio del estudio constó de 25 bombas de desplazamiento positivo perteneciente a la planta de proceso y 49 bombas distribuidas en las islas de producción (pozos productores), de las cuales se consideró a través del diagrama de Pareto como las pocas importantes de las muchas no relevantes 18, cuya confiabilidad esperada

debería ser del 98 % o el tiempo medio entre fallos con tendencia baja estaría alrededor de las 31 000 horas.

* La conformación de un grupo multidisciplinario o grupo natural de trabajo integrado por personal de los departamentos de operaciones y mantenimiento permitió poner en práctica los beneficios que ofrece el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) propuesto y sustentado en el formulario planteado de acuerdo a la realidad operacional de los activos y de mantenimiento de los mismos, proceso que cubre las expectativas tanto de operación como de mantenimiento de las bombas de la empresa.

* Se aplicaron los criterios y recomendaciones de la Norma SAE-JA-1011 para la propuesta del plan de mantenimiento de los sistemas de inyección de químicos de los pozos, donde se definió el contexto operacional como herramienta que nos indica la forma como será utilizado un activo. Se definieron también las funciones primarias y secundarias o el estándar mínimo de funcionamiento solicitado por el usuario para estos sistemas, cuyos resultados determinaron confiabilidades entre el 14 y 92 %, para un periodo de operación de 720 horas, a partir de la aplicación del plan de mantenimiento propuesto.

Agradecimientos

Nuestro reconocimiento a todo el personal del área Secoya del activo Libertador Bloque 57 de Petroamazonas Empresa Pública, quienes siempre estuvieron atentos a las solicitudes de información para el enriquecimiento del trabajo realizado en esta investigación.

Conflicto de intereses

Referencias

1. Portal Sesión 22 Análisis de Fiabilidad de Equipos [Página principal en internet]. [Una pantalla]. Disponible en: <https://sistemasmanufatura.files.wordpress.com/2011/05/sesion-22.pdf>
2. NORSOK STANDARD Z-008. Criticality analysis for maintenance purposes. Norwegian Technology Centre. Norway. 2001.
3. ISO 14224:2006. Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Collection and Exchange of reliability and maintenance data for equipment. International Organization for Standardization.
4. NTC 5254. Gestión del Riesgo. Norma Técnica Colombiana. 2004.
5. IBM. Maximo for Oil and Gas. [programa informático en CD-ROM]. Versión 7.6. IBM; 2015.
6. Portal Ingenio y Empresa. El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye. [Página principal en internet]. [Aproximadamente 5 pantallas]. Disponible en: <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>
7. Durán J. ¿Qué es Confiabilidad Operacional? [Internet]. 2000. [Citado noviembre 2016]; 3-4: Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/2quees.pdf>
8. González Fernández F.J. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. [Internet]. Segunda Edición. Madrid. FC Editorial. 2005. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=OzwXOAKv_QAC&dq=implantacion+del+proceso+RCM&hl=es&source=gbs_navlinks_s
9. Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en confiabilidad (3 ed.). 6 Deerfield Rd, Asheville, North Carolina, 28803, USA: Aladon LLC
10. Sexto, L. F. (2014). Modulo XI-Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Riobamba, Ecuador.

11. Nicholls, D. System Reliability Toolkit. Primera Edición. New York. Editorial RIAC, 2005.
12. Sexto, L. F. (s.f.). Ingeniería de la Fiabilidad. 29-30
13. Madrazo Salvador J.L. Interpretación del manejo de las normas SAE JA 1011 y 1012. [Internet]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/presentation/214549889/Interpretacion-del-manejo-de-las-normas-SAE-JA-1011-y-1012>
14. Jimeno Bernal J. AMFE. Análisis modal de fallos y efectos - Guía y efectos de uso. [Internet]. Disponible en:
<http://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>
15. Portal UTCV Gestión del Mantenimiento. [página principal en internet]. [aprox. 7 pantallas]. Disponible en:
<https://sites.google.com/site/utcvgestiondelmantenimiento/home/unidad-1/1-1-elaborar-el-plan-maestro-de-mantenimiento/1-1-2-pasos-para-elaborar-el-plan-maestro-de-mantenimiento>
16. Mesa D, Ortiz Y, Pinzón M, La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. [internet]. Disponible en: <https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PIRAMIDAL EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

(APPLICATION OF THE PYRAMIDAL METHODOLOGY IN THE TEACHING OF MECHANICS OF THE ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO)

J. Baquero (1) *, J. Mendoza (2), R. Insuasti (3)

(1) Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

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

(3) Facultad de Mecánica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

*Correspondencia. Tel. 0984482459. E-mail del autor de contacto jose.baquero@esPOCH.edu.ec (J. Baquero)

RESUMEN

El tema de la tutoría estudiantil es importante por articularse con el proceso del aprendizaje constructivo, es por ello que la pregunta científica que da origen al presente artículo es: ¿De qué forma se puede reducir el porcentaje de estudiantes cuyo rendimiento en física es menor al 70 por ciento?; para responder a la pregunta científica se aplicó en el proceso educativo el aprendizaje colaborativo constructivista activo a través del ambiente grupal didáctico dentro de una lógica de investigación que se caracterizó por el siguiente proceso: se dictó un mes de clases magistrales, luego de la evaluación respectiva se dividió a cada grupo en tres secciones: la “C”, correspondiente a los estudiantes cuyo rendimiento fue menor a 7 sobre 10, la “B”, los de 7 a 8 puntos y la “A”, 9 y 10 puntos; a continuación se procedió a formar “pirámides”, es decir grupos de estudiantes cuya estructura consistió en un estudiante “A”, encargados de la supervisión de la pirámide, dos “B” quienes trabajaron los contenidos de mecánica con cada estudiante “C”, con la asesoría del “A”. A la culminación del periodo académico se verificó que los porcentajes del grupo “C” cambiaron desde un 22% en la etapa inicial hasta un 14,3 % en el final.

Palabras clave: Aprendizaje colaborativo, Ambientes de aprendizaje, Trabajo grupal, Constructivismo, Enseñanza de la mecánica, Evaluación educativa.

ABSTRACT

The subject of student tutoring is important because it is articulated with the process of constructive learning, which is why the scientific question that gives rise to this article is: How can the percentage of students whose performance in physics be less than 70 percent be reduced? To answer the scientific question was applied in the educational process collaborative learning constructivist active through the didactic group environment within a research logic that was characterized by the following process: a month of magistral teaching were given, after the respective evaluation, each group was divided into three sections: the “C”, corresponding to students whose performance was less than 7 out of 10, the “B”, those with 7 to 8 points and the “A”, 9 and 10 points; Then “pyramids” were formed, it means, groups of students whose structure consisted of students “A”, in charge of supervising the pyramid, two “B” who worked the contents of mechanics with each student “C”, With the advice of the “A”. At the end of the academic period, it was verified that the percentages of group “C” changed from 22% in the initial stage to 14.3% in the end.

Key words: Collaborative Learning, Learning Environments, Group Work, Constructivism, Mechanics Teaching, Educational Evaluation.

1. Introducción

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) la mayoría de profesores tienen una titulación elementalmente técnica, por la cual el proceso educativo se circunscribe en el positivismo reductivista externo (1), en dicho proceso se utiliza básicamente el ambiente de aprendizaje áulico clásico, la clase magistral; el uso de proyecciones de Power Point o sencillamente la pizarra definen los recursos didácticos del maestro quien es el monologista en cada sesión, los conocimientos son transmitidos a los estudiantes que sean capaces de abstraerlos; aquellos que no, básicamente reciben alguna asesoría de parte del profesor en su oficina en horario convenido para aquello, es todo, no existe un análisis sobre el impacto de dicha asesoría en el rendimiento del estudiante, si pasa, bien, sino, también.

El estudiante de la ESPOCH es básicamente un ente pasivo que se limita a aprender y a replicar lo mejor que pueda lo transmitido por el profesor (2); las evaluaciones cuantitativas son el filtro que permiten al maestro conocer si el estudiante será o no promovido, como diciendo: “si estudia... pasa... si no... no”, todo el peso de la promoción al nivel superior queda en la espalda del estudiante de quien se espera sea una “esponja” para aprender todo lo posible de su maestro, no interesa la relación profesor alumno, los ambientes de aprendizaje ni la validez de los instrumentos de evaluación (3), el estudiante poca injerencia tiene en su proceso educativo.

El aprendizaje colaborativo (4) con sus enriquecedores resultados, en los espacios educativos de la ESPOCH es utilizado solo criterialmente, de modo disperso, por ciertos profesores, quienes debido a su falta de formación docente suelen aplicarlo empíricamente (5), echando mano esencialmente de los trabajos grupales o exposiciones de ciertas temáticas, los grupos estudiantiles son organizados por “afinidad”, así, los estudiantes más esforzados se desempeñan con responsabilidad mientras los menos aprovechados no hacen de modo interesado, aunque las calificaciones de los trabajos encargados a cada grupo mencionado son para todos por igual.

La ESPOCH por décadas ha sido una de las principales universidades del Ecuador; en otros tiempos, su nivel de exigencia convertía en filtro a cada uno de los primeros semestres de las carreras, especialmente en las ingenierías; la eficiencia terminal de la ESPOCH por décadas fue sumamente baja, eran muchos los matriculados en los primeros niveles, pero uno que otro graduado de tales cohortes años después. Durante el presente gobierno, cada institución de educación superior debe acreditarse frente a los organismos pertinentes del estado (6) como son la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), el Consejo de Educación Superior (CES); Consejo Ecuatoriano de Acreditación y Aseguramiento de la Calidad Educativa (CEAA-CES), dichos organismos dejan en claro que la mencionada eficiencia terminal es un indicador importante en la acreditación de las carreras y de la universidad; en el caso de la ESPOCH, para mejorar la mencionada eficiencia terminal, lo que ha hecho es exigir a los profesores que dentro de cada parcial, la ponderación del examen no supere el 60%, permitiendo al estudiante hacer trabajos, tareas y otros aportes a fin de “ayudarse” a ser promovido.

El departamento de Desarrollo Académico de la ESPOCH (DDA) en 2017 ha implementado un estudio piloto de tutorías mediante la llamada “metodología piramidal” de creación de uno de los autores del presente artículo, a fin de crear el Sistema de Tutorías que beneficiará a más de 15 mil

estudiantes politécnicos, esto, con fines de mejoramiento de la eficiencia terminal que potencien una acreditación de calidad.

Entre los ejes básicos del aprendizaje colaborativo (7) está la interdependencia positiva basada en la repartición de responsabilidades individuales basadas en las habilidades propias de cada estudiante, respetando su propia identidad y orientación, dichas individualidades deben complementarse en el trabajo grupal (8), los estudiantes de cada grupo comparten los mismos objetivos y metas, incluso si el ambiente de aprendizaje es a distancia (9).

El trabajo colaborativo es de gran manera enfocado en los estudios del ruso Leiv Vygotsky en su propuesta sobre la llamada: Zona de Desarrollo Próximo (ZDP por sus siglas) (11); el estudiante es capaz de subir “años” en sus logros de aprendizaje (12), esto, gracias a su interacción con el entorno, en el caso del aprendizaje colaborativo, este entorno consiste en los compañeros más aventajados y el maestro.

1.1 Enfoque teórico

Empatía, asertividad, valoración, implicación son características que un estudiante debe tener para que su trabajo colaborativo sea comunalmente ponderado (13), las habilidades que no se puedan compartir con el grupo no son significativas y efectivas, algo así como: “se de lo que se trata, pero no sé cómo explicarlo” o, “lo entiendo a mi manera”; benefician al estudiante, pero impiden que otros puedan enriquecerse de dicho conocimiento (14).

La llamada “metodología piramidal” es una estrategia de trabajo colaborativo creada por Jenner Baquero en 2009; ésta se basa en varios principios como son los que se describen a continuación:

- a) La territorialidad; se busca a aquellos estudiantes con liderazgo, alto perfil y significativa auto exigencia como potenciales colaboradores de sus compañeros con problemas de aprendizaje (que no requieran la asistencia de un psicólogo educativo) (15).
- b) La tendencia de los datos sobre el rendimiento debe ser normal (20% de estudiantes excelentes, 60% sobre el mínimo de aprobación y el 20% en la zona de “peligro”).
- c) El enfoque tutorial a estudiantes que se encuentran en la zona de los rezagados, la cuota de repitencia, los que están en peligro de reprobación de la asignatura.
- d) Investigación y tareas permanentes a los estudiantes “A” (16).
- e) La tutoría de estudiantes a estudiantes (17).
- f) El trabajo grupal en pirámides.
- g) El respeto a la decisión de los estudiantes a dejarse o no a ser ayudados (18).
- h) El estricto órgano regular, esto es, cada estudiante “C” solo puede dirigirse a los miembros de su pirámide, no a otras pirámides ni al maestro; si sus compañeros no pueden satisfacer sus dudas, el estudiante “A” se acercará al maestro y resolverá el caso junto a él, de ésta manera no se “romperá” la pirámide.

i) La asesoría dentro y fuera del horario regular de clases por parte de los “superiores” de la pirámide.

j) La evaluación permanente dentro y fuera del horario regular de clases por parte de los “superiores” de la pirámide; el estudiante “A” puede convocar a sus compañeros a clases de refuerzo según la conveniencia de ellos (19).

k) Las clases diferenciadas del nuevo capítulo a los estudiantes “A”, solo a ellos, para que ellos, en las próximas sesiones brinden dicho conocimiento a sus compañeros de pirámide.

l) El respeto a las calificaciones de los “superiores” de la pirámide por parte del profesor.

m) La evaluación diferenciada (20) a los estudiantes según su categoría; un ejemplo de ello se presenta a continuación; pongamos el caso de la resolución de 60 ejercicios sobre mecánica clásica; los estudiantes “A” deberán resolver todos los ejercicios, los “B”, el 70% de ellos, los “C” progresivamente hasta el 50% de los mismos; si quieren estos últimos subir a la categoría “B”, deberán esforzarse hasta alcanzar dicho 70% (no es aquella la única condición)

n) La evaluación general a todos los estudiantes (21), allí se verá la efectividad del trabajo de las pirámides.

o) La reestructuración de las pirámides cada evaluación general (22).

p) El análisis de los resultados de la metodología piramidal por parte del profesor y los estudiantes (23).

q) El incentivo a la “mejor” pirámide y a los estudiantes “A” que se mantuvieron en esa categoría, los “B” que subieron a la “A” y en especial a los “C” que subieron a la “B” o a la “A” (24).

r) La bajada de categoría a los estudiantes “A” hacia la “B” y así sucesivamente; se motiva a estos estudiantes para que trabajen con mayor ahínco para recuperar sus categorías (25).

El objetivo de la metodología piramidal es reducir el 20% más desaventajado, es decir el número de estudiantes de rendimiento “C” (26).

2. Materiales y Métodos

2.1 Tipo y diseño de la investigación.

La investigación fue de tipo aplicado a la didáctica de la física, ambientes de aprendizaje, su diseño cuasi experimental, completamente aleatorio, su enfoque cuantitativo, de laboratorio por cuanto se controló el ambiente de aprendizaje.

2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La observación no estructurada, y las encuestas en las formas de evaluación fueron las técnicas utilizadas mientras se recogían los datos en inventarios.

2.3 Procesamiento de datos

La diferencia en las etapas “magistral” y las evaluaciones primera, segunda y tercera no correspondían a distribuciones normales, por lo cual se procedió a aplicar la prueba no paramétrica “Chi cuadrado” para determinar las diferencias entre en las mencionadas etapas.

2.4 Población

270 unidades experimentales referentes a tres cursos del primer semestre de la carrera en Biotecnología Ambiental de la ESPOCH.

2.5 Tamaño muestral

Se trabajó con todos los casos por la naturaleza de la investigación (no se podía trabajar con media clase).

2.6 Lógica de la investigación

a. Implementación de un mes de clases magistrales con el primer capítulo o unidad de estudio (27).

b. Evaluación primera, categorización de estudiantes en “A”, 9 y 10 sobre 10 puntos, “B” 7 y 8 puntos y “C” cuyo rendimiento es menor a 7 puntos.

c. Formación de pirámides, un estudiante “A” es director de su pirámide formada por 2 estudiantes “B” y uno “C”; en lo posible no juntar varios estudiantes “C” (28).

d. Cada inicio de módulo o unidad, los estudiantes “B” trabajan con los “C” en la resolución de ejercicios del módulo anterior mientras los estudiantes “A” estudian la nueva temática con el maestro.

e. Trabajo piramidal, el profesor supervisa cuidadosamente el trabajo de las pirámides, habla permanentemente con los estudiantes “A”, motiva a los “B” y en especial a los “C”.

f. Los estudiantes “A” monitorean, evalúan y guían en horario y fuera de él a los compañeros de su pirámide, registran las calificaciones de aquellos (29).

g. Evaluación general, registro de calificaciones del profesor, se compara con las entregadas por los estudiantes “A”; se suman estas, aquella es la calificación de dicho parcial.

h. Se analizan los resultados con todos los estudiantes; se felicita públicamente a los estudiantes que subieron de categoría y a los directores de las mejores pirámides.

i. Se reestructuran las pirámides, los mejores coordinadores “A” (han sacado más estudiantes de la “C” a la “B”) se ubican como directores de las “peores” pirámides (30).

j. Se repite el ciclo.

3. Resultados y discusión

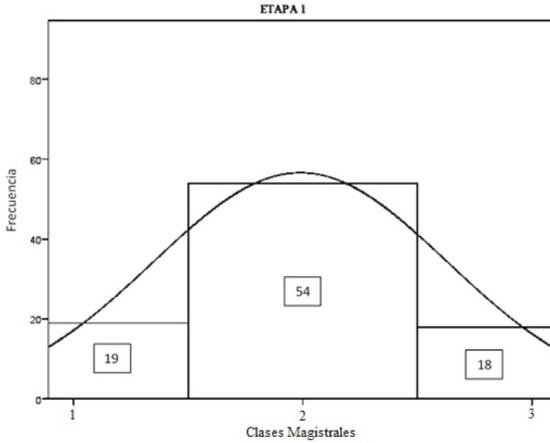


Fig. 1. En la evaluación de la etapa 1 se muestran los grupos “C”, “B” y “A”, representados por los números 1, 2 y 3 respectivamente, en el eje de las abscisas; la frecuencia de estudiantes corresponde al eje de las ordenadas, en la etapa de clase magistral la asimetría es levemente derecha, la curtosis platicúrtica..

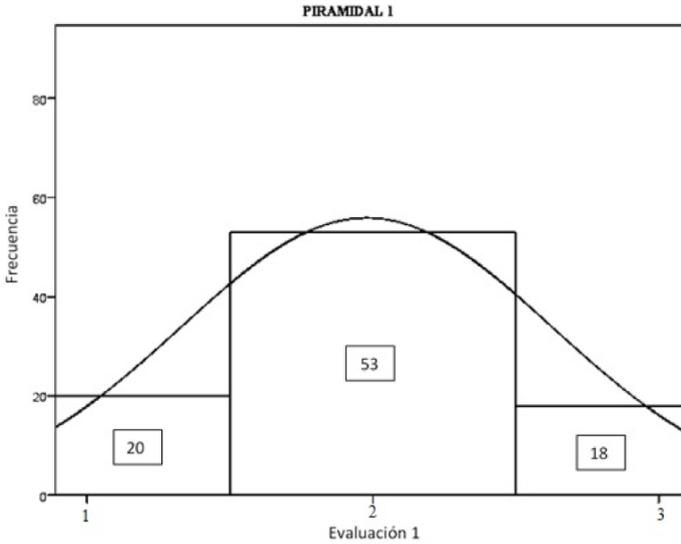


Fig. 2 En la evaluación 1 se muestran los grupos “C”, “B” y “A”, representados por los números 1, 2 y 3 respectivamente, en el eje de las abscisas; la frecuencia de estudiantes corresponde al eje de las ordenadas, la asimetría es levemente derecha, la curtosis platicúrtica.

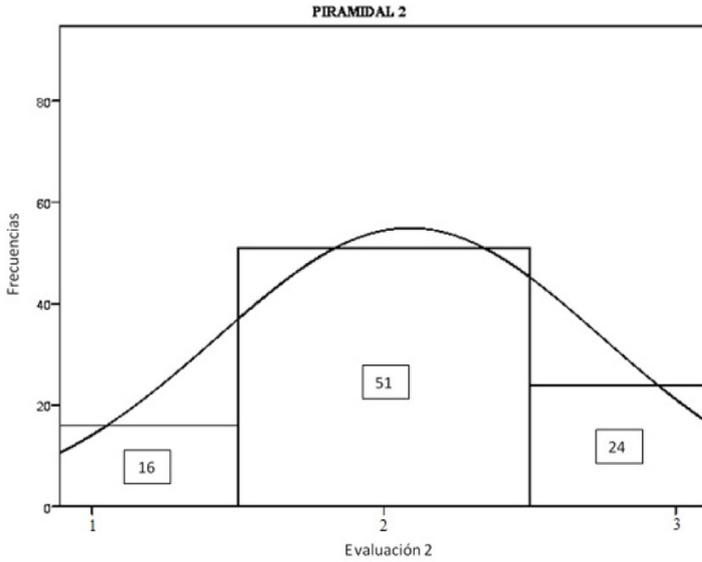


Fig.3 En la evaluación 2, se muestran los grupos “C”, “B” y “A”, representados por los números 1, 2 y 3 respectivamente, en el eje de las abcisas; la frecuencia de estudiantes corresponde al eje de las ordenadas, en la evaluación 2, la asimetría es levemente izquierda, la curtosis platicúrtica.

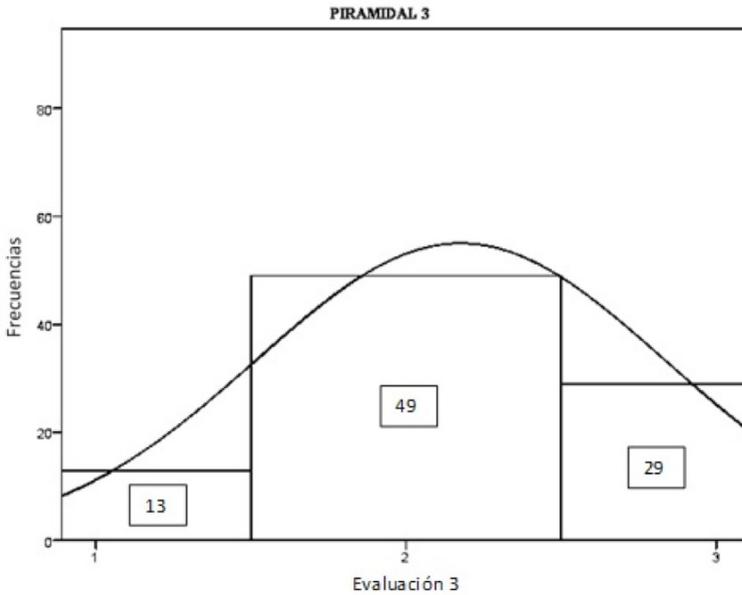


Fig. 4 En la evaluación 3, se muestran los grupos “C”, “B” y “A”, representados por los números

1, 2 y 3 respectivamente, en el eje de las abscisas; la frecuencia de estudiantes corresponde al eje de las ordenadas, en la evaluación 3, la asimetría es izquierda, la curtosis platicúrtica.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la etapa 1

		Etapa 1	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3
N	Válidos	91	91	91	91
	Perdidos	0	0	0	0
Asimetría		0,009	0,021	-0,096	-0,204
Error típ. de asimetría		0,253	0,253	0,253	0,253
Curtosis		-0,502	-0,569	-0,671	-0,705
Error típ. de curtosis		0,500	0,500	0,500	0,500

Tabla 2. Etapa 1 estadísticos de categorización de grupos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	C	19	20,9	20,9	20,9
	B	54	59,3	59,3	80,2
	A	18	19,8	19,8	100,0
	Total	91	100,0	100,0	

Tabla 3. Evaluación 1 estadísticos de categorización de grupos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	C	20	22,0	22,0	22,0
	B	53	58,2	58,2	80,2
	A	18	19,8	19,8	100,0
	Total	91	100,0	100,0	

Tabla 4. Evaluación 2 estadísticos de categorización de grupos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	C	16	17,6	17,6	17,6
	B	51	56,0	56,0	73,6
	A	24	26,4	26,4	100,0
	Total	91	100,0	100,0	

Tabla 5. Evaluación 3 estadísticos de categorización de grupos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
--	--	------------	------------	-------------------	----------------------

Válidos	C	13	14,3	14,3	14,3
	B	49	53,8	53,8	68,1
	A	29	31,9	31,9	100,0

4. Discusión

La experiencia del maestro agotando los elementos de la didáctica, desde la relación profesor-alumno hasta el uso de recursos, permiten establecer una curva de rendimiento aproximadamente normal durante la etapa de clases magistrales; la relación de los grupos “A”, “B”, “C” es casi 20 %, 60 %, 20 %; regularmente con estos resultados se podría prescindir de utilizar alguna tutoría, pero por motivos de estudio se aplicó la piramidalidad con el afán de conocer si se podría migrar estudiantes “C” al grupo “B”.

Al inicio del trabajo de tutoría piramidal, el grupo “C” subió 2 puntos porcentuales; la coordinación de los estudiantes “A” aún es un poco torpe; algunos estudiantes “B” cayeron en el grupo de más bajo rendimiento mientras algunos estudiantes del “C” subieron al “B”; era predecible que algo así suceda. Con la ayuda de sus compañeros, varios estudiantes han podido mejorar su rendimiento.

La segunda evaluación permitió ver que el trabajo piramidal se estabilizó, el grupo “C”, se vio reducido a menos del 18 %, sorprendentemente el grupo “B” que se esperaba no baje del 60 % se ubicó en un 56 %; varios estudiantes de ese grupo se ubicaron en el grupo “A”, el cual presentó un 26 %; los alumnos como era predecible se sintieron motivados a alcanzar el “privilegio” de la coordinación de las pirámides (alrededor de 8 por clase o nivel).

La evaluación final permitió ver que los grupos se estabilizaron alrededor de 14 % para el “C” (ya no bajaría ese porcentaje, por lo menos no con la tutoría piramidal), cerca al 54 % en el grupo “B” (aquí estuvieron ya los estudiantes que desde el inicio clasificaron en el “C”, y se convirtieron en ayudantes de pirámide) y alrededor del 32 % del grupo “A”; el final del semestre registró 29 pirámides; a esa altura, los más beneficiados del trabajo tutorial eran los del grupo “B” quienes tendían a mejorar su rendimiento mientras los “C” dejaron de emigrar a otras categorías ostensiblemente.

5. Conclusiones

Mediante la metodología piramidal se logró bajar más de 6 puntos porcentuales en el grupo “C”; si bien es cierto, según la campana de Gauss pedagógica el límite de repetición no debe superar el 20%, ésta llega en el presente estudio al 14,3 %; los estudiantes que salieron del grupo “C” emigraron al grupo “B”, el cual ya se encuentra dentro del nivel de aprobación de la asignatura. Por otro lado, se identificó el grupo “recalcitrante” de estudiantes que ni con clases magistrales, ni con aprendizaje colaborativo lograron remontar el nivel de repitencia; hay que recordar que el presente estudio se lo realizó con alumnos de ingeniería, siendo la física una de las ciencias básicas obligatorias de aprobación y de formación del ingeniero.

Referencias

1. Cascante, Luis Gerardo Meza. El paradigma positivista y la concepción dialéctica del conocimiento. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 2015, vol. 4, no 2.

2. Godino, Juan D., et al. Articulación de la indagación y transmisión de conocimientos en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En Congreso Internacional Didáctica de la Matemática. Una mirada internacional empírica y teórica. 2015. p. 249-269.
3. Hamodi, Carolina; López Pastor, Víctor Manuel; López Pastor, Ana Teresa. Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. Perfiles educativos, 2015, vol. 37, no 147, p. 146-161.
4. Zañartu, Luz M. Aprendizaje Colaborativo: una nueva forma de Dialogo Interpersonal y en la Red. 2013.
5. González, Odris; CUBILLÁN, Lesbia González. El enfoque epistemológico empirista-inductivo en las investigaciones en el campo de la orientación educativa. Encuentro Educativo, 2016, vol. 22, no 2.
6. Gallegos, García, et al. Proceso de formación permanente del profesional de la educación superior en el contexto ecuatoriano. MediSan, 2016, vol. 20, no 11, p. 2430-2433.
7. Barkley, Elizabeth; Major, C. Howell; CROSS, K. Técnicas de aprendizaje colaborativo. Manual para el profesorado universitario. 2008.
8. Alcover, Carlos; GIL, Francisco. Crear conocimiento colectivamente: aprendizaje organizacional y grupal. Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, 2002, vol. 18, no 2-3.
9. Mora, Luis Fabian Moncada. La integración académica de los estudiantes universitarios como factor determinante del abandono de corto plazo. Un análisis en el Sistema de Educación Superior a Distancia del Ecuador. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 2014, vol. 17, no 2, p. 173-196.
10. Ferreiro Gravié, Ramón. Una visión de conjunto a una de las alternativas educativas más impactante de los últimos años: El aprendizaje cooperativo. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 2007, vol. 9, no 2, p. 1-9.
11. Vigotsky, Lev. Interacción entre aprendizaje y desarrollo. 2015.
12. Dorrego, Elena. Educación a distancia y evaluación del aprendizaje. Revista de Educación a Distancia, 2016, no 50.
13. Arceo, Frida Díaz Barriga; ROJAS, Gerardo Hernández; GONZÁLEZ, Eva Laura García. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. McGraw-hill, 2002.
14. Sabino, Carlos. El proceso de investigación. Editorial Episteme, 2014.
15. Robinson, Viviane Mj; Lloyd, Claire A.; Rowe, Kenneth J. El impacto del liderazgo en los resultados de los estudiantes: Un análisis de los efectos diferenciales de los tipos de liderazgo. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 2016, vol. 12, no 4.

16. Carrillo-Larco, Rodrigo M.; Carnero, Andrés M. Autoevaluación de habilidades investigativas e intención de dedicarse a la investigación en estudiantes de primer año de medicina de una universidad privada en Lima, Perú. *Revista Médica Herediana*, 2013, vol. 24, no 1, p. 17-25.
17. Duarte, Sofía Ramos; De León Nicaretta, Fabiana; Santiviago, Carina. Tutorías entre iguales. Estrategia de orientación universitaria. En *Congresos CLABES*. 2016.
18. Valenzuela González, Jaime R. *El profesor como evaluador*. 2015.
19. Duarte, Sofía Ramos; De León Nicaretta, Fabiana; Santiviago, Carina. Tutorías entre iguales. Estrategia de orientación universitaria. En *Congresos CLABES*. 2016.
20. Carpintero, Elvira; González, Coral; Cabezas, Diana. Evaluación Integral en docentes: > Perfiles de docentes con respecto su percepción de la evaluación. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 2014, vol. 40, no 1, p. 61-74.
21. Mateo, Joan. Claves para el diseño de un nuevo marco conceptual para la medición y evaluación educativas. *Revista de Investigación Educativa*, 2006, vol. 24, no 1, p. 165-186.
22. Pastor, Vm López; Pascual, M. González; Martín, Jj Barba. La participación del alumnado en la evaluación: la autoevaluación, la coevaluación y la evaluación compartida. *Rev. Tándem Didáctica Educ. Fis.*, 2005, vol. 17, p. 21-37.
23. Garzón, Luceli Patiño; Pérez, Angélica María Cardona. Revisión de algunos estudios sobre la deserción estudiantil universitaria en Colombia y Latinoamérica (Review of some studies on university student desertion in Colombia and Latin America). *Theoria*, 2015, vol. 21, no 1, p. 9-20.
24. Batista, Cesarina Reyes. Evaluación de Impacto del Programa ILAE sobre la Repitencia, la Deserción y la Asistencia Escolar. 2014.
25. Carreres, Asunción Lledó; Sánchez, Pilar Arnaiz. Evaluación de las prácticas educativas del profesorado de los centros escolares: indicadores de mejora desde la educación inclusiva. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 2016, vol. 8, no 5.
26. Almeida, Leandro S., et al. Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology*, 2015, vol. 1, no 3, p. 5-16.
27. González, Daniel García. El Think Different de las clases magistrales/Think Different About Your Lectures. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 2013, vol. 19, p. 773-782.
28. Alonso, Mónica Izquierdo; Arroyo, José María Izquierdo. Reconceptualización de la práctica docente desde el aprendizaje activo: una propuesta didáctica basada en el aprendizaje por proyectos y la investigación grupal: EN Formación, investigación y mercado laboral en información y documentación en España y Portugal= Formação, investigação e mercado de trabalho em informação e documentação em Espanha e Portugal. Ediciones Universidad de Salamanca, 2014.

29. Torres, Paul. ¿Qué estamos haciendo en Cuba en Evaluación Educativa? Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 2016, vol. 1, no 1.
30. Moreno, Carlos Iván. Políticas, incentivos y cambio organizacional en la educación superior en México. Editorial Universitaria| Libros UDG, 2014.

USO DE INTERNET EN LA ENSEÑANZA QUE DESARROLLAN LOS DOCENTES DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

USE OF INTERNET IN THE TEACHING DEVELOPED BY THE TEACHERS AT ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

S, VELOZ MIÑO (1) *

L, LARA OLIVO (2)

M, MEJÍA PAREDES (3)

(1) Escuela de Educación para la Salud, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador. Código Postal: EC060155

(2) Centro de Idiomas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador. Código Postal: EC060155

(3) Escuela de Educación para la Salud, 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 (S, VELOZ MIÑO)

RESUMEN

El Internet ofrece herramientas para la docencia universitaria de impactante valor didáctico. Esta investigación se realizó para analizar el uso de Internet en la Enseñanza. Se trabajó con una muestra de 249 profesores, a quienes se aplicó una encuesta online a través de la plataforma informática Google Drive, se obtuvo información sobre la frecuencia de utilización y aplicación en los ámbitos educativos de las herramientas informáticas; como son navegadores, páginas web y las herramientas comunicativas: correo electrónico, chat y foro de debate. Se investigaron aspectos relacionados con la Enseñanza, como son: la formación, los usos didácticos y las actitudes. Los resultados indican que la mayoría de docentes utilizan de forma diaria y frecuente la navegación y las páginas web, para la organización de la asignatura y la investigación, principalmente. El correo electrónico se aprovecha medianamente, mientras que; el chat y los foros de debate son escasamente usados en la docencia. La Prueba de Chi cuadrado de Pearson permitió establecer relaciones significativas; evidenciando que las actitudes más positivas se presentan sobre todo en los investigados que tienen menos de diez años de experiencia docente, quienes reconocen el potencial didáctico del Internet en la enseñanza universitaria.

Palabras claves: Internet, Enseñanza, Docentes.

ABSTRACT

Internet provides tools for university teaching with a great educative value. This research was carried out in order to analyze the use of the internet in the teaching process. 249 teachers was the sample, who were applied an online survey through Google Drive informatic platform, where the information about frequency of usage and application in educative fields was collected; such as web browsers, web pages, and communication tools: e-mail, chat, discussion forum. Some aspects related to the teaching process were investigated as: training, didactic uses and attitudes. Results show the majority of teachers use browsers and web pages daily and frequently for the subject planning and mainly for the research. The e-mail has a moderate use, whereas chat and discussion forums have a poor use in the teaching process. The Pearson chi-square test allowed to establish significant relations; showing the most positive attitudes in the teachers under investigation with less than ten years of teaching experience who recognize the educational potential

of internet in university teaching.

Key words: Internet, Teaching process, Teachers.

1 Introducción

Por el desarrollo vertiginoso y el impacto de Internet en todos los campos, sobre todo en el ámbito educativo, es muy importante aprovechar la gran cantidad de herramientas informáticas ahora disponibles para los docentes, ya que permiten la producción de novedosos y eficaces recursos educativos que pueden aplicarse en la enseñanza de todas las disciplinas, a través de medios didácticos audio visuales e interactivos, creativos e innovadores que impactan a los estudiantes, tan familiarizados con la tecnología. Este contexto motivó la realización del presente trabajo con el objetivo general de analizar la incidencia de Internet en la Enseñanza que desarrollan los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Los objetivos específicos estuvieron enfocados a determinar la influencia de las herramientas informativas y las herramientas comunicativas de Internet en la Enseñanza que desarrollan los docentes. Se desarrolló durante el período académico abril – agosto 2016.

Gracias a la globalización Internet se considera un icono histórico, al significar en esta era el mejor medio de información y comunicación al cual se acude en todos los ámbitos y principalmente en el educativo. El auge en la producción de recursos para la web y la utilización de los mismos específicamente en el campo educativo, lleva a cuestionarse sobre el camino óptimo del uso de Internet en relación al proceso de enseñanza aprendizaje, por lo que el presente trabajo se basa en el análisis de Internet como un recurso didáctico, mostrando algunos aspectos pedagógicos en su utilización como estrategia de enseñanza y de aprendizaje dentro y fuera del aula.

Como señala Villar G (2009): “En este contexto las universidades se enfrentan a un desafío: incluir las nuevas tecnologías (NT) en la educación universitaria, como herramientas básicas para los alumnos y competencias a adquirirse al finalizar su formación, como disparadores y motivadores en sus propuestas pedagógicas y como mediadoras en distintas modalidades de estudio (complemento de la modalidad presencial, ofertas semi-presenciales, ofertas a distancia, ofertas totalmente virtuales). Así también las universidades deben generar propuestas de formación y actualización continua que actualmente están siendo realizadas por grandes empresas y corporaciones que han descubierto las ventajas de la formación y capacitación sea en red o a distancia por sus múltiples ventajas: economía de recursos, flexibilidad horaria, independencia de lugar y tiempo de estudio, etc.”()

Aún hay desconocimiento por parte de un buen número de docentes respecto a la tecnología que existe para mejorar el nivel de enseñanza y que puede ser aplicada en todos los campos. Las realidades y necesidades tan diversas alrededor del centro educativo, región y país obligan a los maestros a desarrollar sus propios materiales informáticos adaptados a las características de sus estudiantes y a las particularidades del medio social.

En este tema se han analizado los resultados del proceso de autoevaluación y evaluación de los estudiantes a los docentes de la ESPOCH de los últimos períodos académicos, en que se evidencia que los profesores tienen un manejo escaso de Internet en el desarrollo del proceso educativo, relacionado con los limitados conocimientos que dificultan la óptima utilización de estos recursos de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que ayudan al éxito del proceso educativo en la enseñanza a nivel superior.

Una vez situada la investigación en el espacio de Internet, se consideraron tres dimensiones: aplicaciones o herramientas informativas, comunicativas y aspectos de la Enseñanza. La posibilidad de la Web como recurso didáctico se construye a partir de la interacción e integración de este medio como herramienta comunicativa y como espacio de información. ()

Internet es todo un fenómeno sociológico, de innumerables e imprevisibles expectativas en todos los ámbitos sociales, “aún falta perspectiva histórica en las predicciones que se puedan hacer y cualquier dato referido a la Red quedaría desfasado en el instante de su publicación” (). Las TIC, que son una presencia ineludible en estos tiempos de inicios del siglo XXI, influyen sobre todas las ramas del conocimiento, disciplinas, profesiones y actividades de la sociedad actual.

No se puede dejar de resaltar en este apartado las relevantes aportaciones que, según Area (2000), Internet está realizando sobre la educación superior: Está permitiendo extender los estudios universitarios a colectivos sociales que por distintos motivos no pueden o pudieron acceder a las aulas, rompiéndose por tanto las barreras del tiempo y el espacio para desarrollar las actividades de enseñanza y aprendizaje. ()

Casi sin darse cuenta, profesores y gestores educativos, están ante nuevas situaciones que exigen tanto el uso de Internet como instrumento didáctico y como herramienta indispensable de trabajo, como la revisión de los contenidos de los planes de estudios (Salinas, 1998) y todo esto es consecuencia de la dinámica de los tiempos actuales y de la generalización del éxito obtenido en las aplicaciones de la Red. La aplicación de las TIC a acciones de formación bajo la concepción de enseñanza flexible, abren diversos frentes de cambio y renovación a considerar: Cambios en las concepciones (cómo funciona en el 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 (manipulables por el profesor, por el alumno). Cambios en las prácticas de los profesores y de los alumnos. Para ello deben ponerse en juego una variedad de tecnologías de la comunicación que proporcionen la flexibilidad necesaria para cubrir necesidades individuales y sociales, lograr entornos de aprendizaje efectivos, y para lograr la interacción profesor-alumno. ()

El aporte de Internet como soporte didáctico para el aprendizaje, es resumido acertadamente por Marqués Pere (1998), quien señala que: A partir de sus dos grandes funciones, transmitir información y facilitar la comunicación, puede proporcionar un eficiente y eficaz soporte didáctico, tanto en el ámbito de la enseñanza presencial, como en la enseñanza a distancia. Entre sus posibilidades se destacan las siguientes: las consultorías y tutorías telemáticas de alumnos, cada vez más habituales en las universidades a distancia, pero que también se extienden a centros educativos presenciales. A través del correo electrónico, los profesores contestan las dudas de los estudiantes y les asesoran. También se intercambian trabajos; los profesores indican el trabajo a realizar, envían orientaciones y aclaran dudas, en tanto que los estudiantes les informan de la marcha de los trabajos, consultan sus dudas y les envían los trabajos finales.

En este contexto se consideró pertinente desarrollar un proyecto de investigación que permita contar con un diagnóstico que posibilite la posterior planificación de intervenciones educativas destinadas a mejorar las destrezas docentes en este centro de estudios superior. Se ha escogido a la ESPOCH como campo de intervención, debido a que los autores de este proyecto laboran en esta institución, lo que posibilitó la factibilidad de los recursos necesarios.

2. Materiales y Métodos

2.1. Muestra

La población del presente trabajo fueron todos los 846 docentes, de nombramiento y contrato indistintamente, del período académico abril – agosto 2016. Se extrajo una muestra con la Fórmula de Willan Goode y Raúl Hatt citada por Cabrera (1997), con un 95 % de confianza y un 5 % de error. ()

La muestra extraída fue de 264 unidades. La asignación de participantes se realizó de forma probabilística por conglomerados tomando las facultades y las unidades de apoyo (Centro de Idiomas y Centro de Educación Física). Para cada conglomerado se asignaron al azar los correspondientes

participantes, a quienes se les invitó a participar a través de una comunicación escrita y un email donde se ponía a disposición la encuesta por medio del link a la Plataforma informática Google Drive. De los 264 cuestionarios entregados por este medio, de los devueltos se excluyeron los que el investigado había dejado más del 10% de preguntas sin responder, quedando al final un total de 249 cuestionarios o muestras.

Todos los sujetos de investigación participaron de forma voluntaria en el estudio y conocían que estaban siendo parte de una investigación sobre el uso de Internet en la ESPOCH.

2.2. Diseño

El estudio es de tipo descriptivo, porque se basó en la descripción y análisis del fenómeno estudiado, que es el uso de las herramientas informáticas del Internet en la Enseñanza por parte de los docentes de la ESPOCH.

Como define Danhke (1989), los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. ()

La investigación fue no experimental puesto que, no se introdujo ningún fenómeno para medir la variación o efecto sobre la situación inicial; sino que solamente se estudió la realidad tal y cual como se presentaba.

2.3. Instrumento de investigación

En base a la revisión de otras encuestas en el tema existentes en la literatura científica, se desarrolló una encuesta online con la ayuda de la plataforma informática Google Drive (). Esta aplicación permitió subir la encuesta para ser completada en línea por los investigados y facilitar su procesamiento.

Para garantizar la confiabilidad del instrumento se consideró el criterio de Oviedo y Campo (2005:577) quienes manifiestan: “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” Es decir, según este criterio el coeficiente se considera tolerable si supera el 0,70. ()

La última etapa de la construcción del instrumento consistió en la revisión del mismo por parte de cinco expertos en el tema, después de todas las revisiones realizadas, el Alpha de Cronbach dio un resultado de 0,89 por lo que se procedió a la aplicación de la encuesta, compuesta por 26 ítems que midieron las siguientes variables de estudio:

- a) Características sociodemográficas: Unidad en la que labora, relación laboral de nombramiento o contrato, edad, sexo y cuánto tiempo de experiencia laboral en la institución.
- b) Utilización de herramientas informáticas de Internet, tales como: navegación y páginas web, lo relacionado a frecuencia de uso y ámbitos de utilización en la enseñanza.
- b) Utilización de herramientas comunicativas de Internet, específicamente: correo electrónico, chat y foro de debate, así mismo: frecuencia de utilización y ámbitos de la enseñanza en que se aplican.
- c) Desarrollo de la Enseñanza: procesos formativos (niveles de formación de uso didáctico y técnico), usos didácticos (utilización en el ámbito universitario, incorporación en las asignaturas, ventajas para la docencia, utilización de los recursos de internet de la ESPOCH) y finalmente se evaluaron las actitudes en relación a: el potencial didáctico – educativo, la generación de estrategias innovadoras de enseñanza – aprendizaje y el impacto en la sociedad actual, al igual que en la universidad.

2.4. Análisis estadístico

La confiabilidad del instrumento se determinó por medio del cálculo del coeficiente Alpha de Cronbach (). Las respuestas fueron transferidas a una matriz de datos que facilitó el análisis a través del programa estadístico SPSS para establecer los resultados que se presentan en esta

investigación.

Con el objetivo de sintetizar los datos en un valor representativo y analizarlos posteriormente se utilizarán las medidas de tendencia central (media, mediana, moda) (), con ayuda de SPSS ().

Para el análisis correlacional y establecer las relaciones significativas entre variables se utilizó el coeficiente Chi cuadrado de Pearson (). SPSS permitió también que los datos sean tabulados y procesados para describir y analizar cada ítem de las variables de investigación, los resultados se presentaron en tablas y gráficos estadísticos con su respectivo análisis, los más relevantes constan al final del documento. (Anexo 1)

3. Resultados

3.1. Características de la Muestra

En la presente investigación se contó con una muestra total de 249 docentes de ambos sexos, siendo el 60,64 % hombres y el 39,36 % mujeres, la distribución mayoritariamente masculina tiene correspondencia con la realidad del universo.

En relación a los años de experiencia laboral docente se midió una rango que osciló entre menos de 1 año hasta los 34 años, de los porcentajes mayoritarios se desprende que el 22,49 % tienen entre 11 y 15 años de experiencia laboral docente, seguido por un 20,48 % de 16 a 20 años, con una media de 13,40 años. Es decir se tiene un grupo que en su mayoría tiene amplia experiencia en el ámbito docente. La media de edad fue de 42,60 años.

3.2. Frecuencia de utilización de las Herramientas de Internet en la Enseñanza

Los mayores porcentajes de periodicidad de uso de las herramientas se ubican en la categoría de frecuentemente, en relación a navegadores el 47,39 %, páginas web el 42,97 % y correo electrónico el 44,98 %. A veces usa el chat el 42,17 % y los foros de debate el 39,36 %. Estos datos pueden apreciarse mejor en la figura estadística que se presenta en el apartado de tablas y figuras al final del documento. (Fig.1)

3.3. Aplicación en los ámbitos educativos

La distribución de los datos y el análisis de las medidas de tendencia central (Tabla 1) permiten observar que en el caso del uso diario: las medias más altas para la aplicación en los ámbitos educativos se concentran en el uso de navegadores (28,67) y páginas web (27,50). Así mismo, estas aplicaciones también obtienen las medias más altas; navegadores 62,00 y páginas web 57,50, en los resultados que representan la aplicación de modo frecuente en los diversos ámbitos del proceso educativo (Tabla3).

En relación al uso de forma frecuente (Tabla 2), los docentes de la ESPOCH indican que utilizan la navegación (99,2 %) principalmente para la organización de las asignaturas (77,91 %) y la investigación (88,35 %); también usan los navegadores para las clases presenciales (43,78 %), la docencia a distancia (52,61 %), la atención tutorial (54,22 %) y las actividades complementarias (49,8 %).

Las páginas web son usadas por el 100 % de investigados en diverso grado de frecuencia, aplicándolas en los diferentes ámbitos educativos de la siguiente manera: el 82,73 % en la organización de asignaturas, el 45,38 % en las clases presenciales, el 53,01 % en la docencia a distancia, el 51 % en la atención tutorial, el 87,55 % en investigación y el 49,8 % en actividades complementarias de la docencia.

El mayor porcentaje (99,6 %) usa el correo electrónico en los ámbitos del proceso enseñanza-aprendizaje, principalmente; los docentes afirman que lo utilizan el 60,24 % en la atención tutorial, el 77,91 % en la investigación y el 60,64 % en actividades complementarias.

En términos generales el 81,93 % de los estudiados utiliza el chat; sin embargo en los ámbitos educativos los mayores porcentajes indican que nunca lo utilizan para la organización de la asig-

natura el 51,81 %, no en las clases presenciales el 72,29 %, tampoco en la docencia a distancia el 66,27 %, ni en la atención tutorial el 56,63 %, no en la investigación el 63,86 % y en las actividades complementarias el 57,43 % también señala que no lo usan, por lo que en este aspecto se advierte como una debilidad institucional que debe ser atendida.

Los docentes afirman en un 58,63 % que utilizan con diferente frecuencia los foros de debate, aplicándolos en ámbitos educativos como: el 55,42 % a la organización de la asignatura y a la investigación el 69,88 %.

3.4. Enseñanza: procesos formativos y usos didácticos.

En cuanto a los procesos formativos, la mayoría de docentes ha participado en capacitaciones en este tema (52,21 %), por lo que consideran que tienen un nivel normal de formación (54,22 %); pero, no todo marcha bien en este asunto, porque reconocen un nivel insuficiente de formación en el uso técnico y de producción de Internet (53,01 %) y el 60,24 % no creen que están lo suficientemente formados para incorporar la Web de forma integral a todos los ámbitos educativos, todo esto explica que existe la predisposición del 95,18 % para seguirse formando en este tema, como necesidad para el profesor universitario en sus áreas de conocimiento.

Con respecto a la formación a nivel didáctico, los mayores porcentajes calificaron como un nivel normal en relación a las diversas aplicaciones investigadas, así tenemos: en navegación el 51,81 %, en páginas web el 50,2 %, en correo electrónico el 57,83 % y el 51 % de igual forma en la categoría normal la formación en el chat. Finalmente en los foros de debate el mayor porcentaje, con el 55,42 %, calificó como mala su formación (Fig.2).

Dentro de los usos didácticos de Internet, las utilidades en el ámbito universitario más reconocidas son por el 25,67 % como herramienta para la investigación y el 24,72 % para la búsqueda bibliográfica (Fig.3).

Los criterios mayoritarios sobre las herramientas con más ventajas para la docencia se inclinaron a reconocer a la navegación con el 55,42 % y a las páginas web con el 25,30 %. Los recursos y aplicaciones que la ESPOCH ofrece a través de la Red son utilizados por alrededor del cincuenta por ciento de la población estudiada.

3.5. Actitudes

Las actitudes son favorables, existe el reconocimiento del potencial didáctico-educativo en el ámbito universitario de Internet, con criterios como: ayuda al acceso a la información (75,90 %), facilita el autoaprendizaje (65,06 %), personaliza la enseñanza (53,01 %), motiva al estudiante (56,63 %), facilita el trabajo en grupo (62,65 %) y apoya a la clase magistral (55,42 %). El 96,39 % considera que las herramientas de la Red generan estrategias innovadoras de enseñanza y aprendizaje. Casi la totalidad de los investigados acepta el positivo impacto de Internet en la sociedad actual, sus repercusiones en nuestras formas de vida, su integración en el ámbito universitario y que todo esto influye asertivamente en los roles docentes.

El 54,62 % de la población investigada sí incorpora alguna de las herramientas de Internet a las asignaturas que imparte y el 45,38 % afirma que no. Referente a si piensan incorporar próximamente o seguir incorporando los servicios de la Red a las asignaturas, el 84,34 % tiene una buena predisposición, mientras que el 15,66 % no piensa lo mismo.

Los porcentajes mayoritarios de respuestas indican que están “muy de acuerdo” en que Internet ayuda al acceso a la información (75,90 %), facilita el autoaprendizaje (65,06 %), personaliza la enseñanza (53,01 %), motiva al estudiante (56,63 %), facilita el trabajo en grupo (62,65 %) y apoya a la clase magistral (55,42 %).

La aplicación de la Prueba de Chi cuadrado de Pearson permitió establecer relaciones significativas entre las variables de actitudes y los años de experiencia docente (Tabla 3). Así mismo, la prueba arrojó que en relación al sexo no se marca ninguna diferencia significativa, es decir por

el hecho de ser hombre o mujer no difieren las actitudes. Con respecto a la relación de los años de experiencia, todos los ítems se correlacionan de manera significativa. Estas relaciones significativas y positivas de las variables mencionadas, indican que las actitudes más positivas hacia el reconocimiento del potencial didáctico en la enseñanza universitaria del Internet se presentan sobre todo en los profesores de menos de diez años de experiencia.

4. Discusión

Esta es la sociedad de las TIC, los celulares y las computadoras son parte indispensable de la vida cotidiana, más aún de la de los jóvenes, por lo que es indiscutible la relevancia de la informática para ser utilizada como herramienta académica; tanto que es la base de una relativamente nueva disciplina como es la Informática Educativa.

En nuestro medio, los docentes aún tienen dudas de cómo utilizar las herramientas tecnológicas y particularmente Internet en la educación, para cambiar esta perspectiva es necesario cambiar la dinámica del uso y de la aplicación en la enseñanza. Definitivamente el profesor que no utiliza recursos de apoyo, o se limita como único recurso a utilizar un pizarrón, tiende a pasar a la historia. El desconocimiento de las herramientas informáticas imposibilita al educador mejorar su calidad de enseñanza, pero según avanza la tecnología, las instituciones educativas y más aún, las del nivel superior siguen implementando recursos tecnológicos, por lo que es necesaria y oportuna la formación en tecnología educativa.

Internet es una poderosa herramienta para ayudar a la difusión del conocimiento y la educación, de hecho una de las mayores fuentes de información disponibles. Se dice que estamos en la era de la comunicación y el conocimiento, de ahí la importancia de esta red de redes que actualmente se extiende por todas partes del mundo, reduciendo considerablemente el tiempo y esfuerzo empleado en la búsqueda del saber y la información. Numerosos servicios son ofrecidos en internet: bibliotecas en línea, clases a distancia, búsqueda de información, correo electrónico, transferencia de archivos, canales de charlas, videoconferencias, softwares, conferencias telefónicas, encuestas, boletines electrónicos, grupos de noticias, grupos de discusión y listas de distribución, búsquedas y consultas de información a través del sistema de "Word Wide Web" (sistema de interconexión que combina texto, imágenes, sonido, animaciones, formularios, programas de software, etc.), libros y revistas electrónicas profesionales, entre otros. ()

Como herramienta de información Internet se ha convertido en un lugar público de contenidos diversos y materiales varios, pues cualquier persona se convierte en productora y consumidora de datos. La llegada de Internet a los centros educativos puede propiciar cambios metodológicos, basados en la exploración e investigación que aquella facilita. Así, en el modelo centrado en el estudiante, los profesores los motivan a ser responsables de su propio aprendizaje y promueven el uso de la tecnología para encontrar caminos individuales de aprendizaje.

El modelo centrado en el estudiante es un proceso que fomenta el desarrollo de habilidades de aprendizaje para toda la vida, de tal manera que los estudiantes puedan adaptarse a los cambios constantes que la nueva sociedad parece traer. En un mundo tecnológicamente avanzado, es esencial tener la capacidad para adaptarse al cambio ().

Facilita el acceso a materiales didácticos on-line: cursos, guías didácticas, programas educativos, que pueden haber sido preparados por los profesores para completar los aprendizajes que están realizando sus alumnos. Estos materiales se sitúan en espacios WEB o FTP y su actualización permanente por parte del profesorado resulta sencilla y ágil. Tele bibliotecas, que permiten acceder a los fondos bibliográficos de las bibliotecas convencionales, consultar reseñas de los libros y solicitar su reserva; en el caso de las bibliotecas electrónicas, se puede acceder inmediatamente a los documentos, que ya están informatizados. Clases a distancia, que permitan el seguimiento de una clase magistral de un experto desde diversos lugares. Los centros de recursos virtuales, que

proporcionan al profesorado materiales didácticos, información sobre cursos, asesoramiento. Los centros educativos virtuales, que realizan prácticamente toda su actividad docente a través de los medios telemáticos. Los servicios on-line de asesoramiento al estudiante, que como un profesor particular permanente les proporcionan respuesta a sus consultas en cualquier momento. ()

Se deben resaltar las utilidades de todas las herramientas en el proceso de enseñanza aprendizaje, puesto que ayudan a: la inmersión práctica en un entorno virtual, prácticas en entornos de simulación virtual; difíciles de conseguir en formación presencial, sin una gran inversión, la gestión real del conocimiento: intercambio de ideas, opiniones, prácticas, experiencias, reduce los costos (en la mayoría de los casos, a nivel metodológico y, siempre, en el aspecto logístico), permite una mayor conciliación de la vida familiar y laboral y disminuye el tiempo necesario en educación convencional.

Es una fortaleza que se corrobore en este estudio que las herramientas web más utilizadas en todos los campos son la navegación y las páginas web; sin embargo, el correo electrónico, el chat y los foros de debate, también ofrecen múltiples utilidades, especialmente en la comunicación, que es una dimensión imprescindible en el ciclo de la enseñanza-aprendizaje.

Los resultados del presente estudio se relacionan con los obtenidos en una investigación realizada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), con las universidades estatales de la provincia del Guayas sobre la influencia que tiene Internet en las actividades académicas de los estudiantes, profesores y decanos, se destaca que: el 59,48 % de profesores son usuarios de internet, más del 75 % obtiene de la red material teórico para la docencia y el 50 % utiliza todo el tiempo que accede a Internet para actualizar sus conocimientos acerca de las materias que imparte. ()

El aprovechamiento especialmente como recurso tecnológico para la docencia y la investigación, son similares resultados a los del estudio realizado en los profesores de la Universidad de Huelva (España) en el 2001: “el 39.1 % (porcentaje más alto) consideraba que era un buen soporte para la investigación y la docencia; el 21.7 % destacaba entre las principales contribuciones a este ámbito las búsquedas bibliográficas, el correo electrónico y las tutorías virtuales; el 17.4 % pensaba que permitía la comunicación y el intercambio de información y en menor porcentaje se pensaba que posibilitaba la recepción, transmisión y búsqueda de información. Destacar que un porcentaje no muy elevado (4.3 %) estimaba que la única función que Internet aportaba al nivel universitario era la introducción de tutorías virtuales entre profesores y alumnos”. ()

En la dimensión Enseñanza, se analizaron los procesos formativos, los usos didácticos y actitudes hacia Internet; en relación al primero: la formación en general y en usos didácticos, se considera normal aunque se reconoce como necesaria la formación en este campo, porque se aspira un nivel elevado de formación. Los resultados en los usos didácticos son positivos, ya que la mayoría ha incluido alguna herramienta de Internet a sus requerimientos docentes, siendo utilizados los recursos web que la institución brinda por el mayor porcentaje de estudiados.

Es necesaria la formación en los usos didácticos de las herramientas de Internet, ya que implica nuevos roles para profesores y estudiantes orientados al trabajo autónomo y colaborativo, crítico y creativo, la expresión personal, investigar y compartir recursos, crear conocimiento y aprender. Sus fuentes de información y canales de comunicación facilitan un aprendizaje más autónomo y permiten una mayor participación en las actividades grupales.

Los resultados son beneficiosos cuando muestran que un alto porcentaje de profesores considera que su formación a nivel didáctico en las diferentes herramientas es normal, a excepción de los foros de debate; sin embargo es necesario seguir reforzando las implicaciones educativas de Internet, por su variedad y complejidad.

Se advierte la debilidad de que la mayoría no se considera lo suficientemente formado en la aplicación de Internet a la docencia, sin embargo; tomando esto en el sentido positivo, se está reconociendo la complejidad del tema. Los resultados indican la gran necesidad de los docentes

de la ESPOCH de formarse para poder incorporar al proceso enseñanza-aprendizaje muchas más opciones educativas que ofrece la Web a través de sus aplicaciones

La UNESCO estableció los estándares de competencias docentes en las TIC (), principalmente: en la Pedagogía, deben saber dónde, cuándo y cómo utilizar la tecnología digital en actividades en el aula. En las TIC, deben conocer el funcionamiento básico del hardware y del software, así como de las aplicaciones de productividad, un navegador de Internet, un programa de comunicación, un presentador multimedia y aplicaciones de gestión. En organización y administración, los docentes deben estar en capacidad de utilizar las TIC durante las actividades realizadas con el conjunto de la clase, pequeños grupos y de manera individual, y garantizar el acceso equitativo al uso de las TIC; entre otras competencias.

Se debe fomentar en este grupo el sinnúmero de aportes a la educación universitaria que brinda Internet, según Area, M. (2000), aporta al cambio pedagógico en la educación superior en muchos aspectos. Como mencionan Carreño y García (2003): “Internet permite extender los estudios universitarios a colectivos sociales que no pudieron acceder, rompiéndose las barreras del tiempo y espacio. Desbanca la idea de monopolio del profesor, como fuente principal del conocimiento. Con Internet el proceso de aprendizaje universitario deja de consistir en la mera recepción y memorización de datos recibidos en la clase, sino en la permanente búsqueda, análisis y reelaboración de informaciones obtenidas en las Redes, para lo que se requiere un aumento de la autonomía del estudiante. Transforma sustantivamente los modos, formas y tiempos de interacción entre docentes y estudiantes. Permite y favorece la colaboración más allá de los límites físicos y académicos”. ()

Es conveniente que los formadores de la ESPOCH están aprovechando los múltiples recursos disponibles en la web, que pueden ayudar a personalizar la acción docente y trabajar en colaboración con otros colegas, manteniendo una actitud investigadora en las aulas, compartiendo recursos, observando y reflexionando sobre la propia acción didáctica y buscando progresivamente mejoras en las actuaciones, acordes con las circunstancias (investigación-acción). La investigación reporta que más del 50 % incorpora alguna herramienta a algún aspecto del proceso de enseñanza y que así mismo la mayoría desea seguir usando o integrar en el futuro Internet a la docencia.

Los profesionales de todos los campos incorporan cada vez más Internet para sus fines; y por supuesto los docentes en el campo educativo. A diferencia de lo que ocurría hace cien años, en la sociedad actual resulta bastante fácil para las personas y los profesores acceder en cada momento a la información que requieren (siempre que dispongan de la infraestructura necesaria y tengan las adecuadas competencias digitales; como: estrategias para la búsqueda, valoración y selección de información).

La sociedad está sometida a vertiginosos cambios que plantean continuamente nuevas problemáticas, exigiendo en particular a los educadores múltiples competencias procedimentales (iniciativa, creatividad, uso de herramientas TIC, estrategias de resolución de problemas, trabajo en equipo...) para crear el conocimiento preciso que les permita afrontarlas con éxito.

Lo adecuado sería que la incorporación o utilización de Internet en el tratamiento de las asignaturas se realice con el principio de que el maestro es un mediador de los aprendizajes, cuyos rasgos fundamentales lo resume apropiadamente Tebar (2003): “Es un experto que domina los contenidos, planifica (pero es flexible). Establece metas: perseverancia, hábitos de estudio, autoestima, meta cognición; siendo su principal objetivo que el mediado construya habilidades para lograr su plena autonomía. Regula los aprendizajes, favorece y evalúa los progresos; su tarea principal es organizar el contexto en el que se ha de desarrollar el sujeto, facilitando su interacción con los materiales y el trabajo colaborativo.” ()

El profesor al incluir Internet en la docencia debe: Fomentar el logro de aprendizajes significativos, transferibles. Promover la búsqueda de la novedad: curiosidad intelectual, originalidad, pen-

samiento convergente. Potenciar el sentimiento de capacidad: autoimagen, interés por alcanzar nuevas metas. Enseñar qué hacer, cómo, cuándo y por qué, ayudar a controlar la impulsividad. Compartir las experiencias de aprendizaje con los estudiantes: discusión reflexiva, fomento de la empatía del grupo. Atender las diferencias individuales y desarrollar actitudes positivas y valores. La investigación evidenció que existe una contribución de las herramientas Web al proceso de Enseñanza que los investigadores desarrollan, ya que las actitudes son asertivas al reconocer de Internet su potencial didáctico educativo, la capacidad de generar estrategias creativas e innovadoras de aprendizaje y valorar el impacto a la sociedad, a la educación y al rol docente en particular. El potencial de las herramientas informáticas como medios didácticos con fines educativos es inmenso, permite actividades que facilitan la información, el entretenimiento, y sobre todo son una guía del aprendizaje, ayudan a evaluar, diagnosticar y rehabilitar, tratar y retroalimentar diversos contenidos de manera muy interactiva, elaborar materiales de gran potencial didáctico de manera sencilla, útil y rápida. Algunos programas que ofrecen muchas posibilidades para la producción de recursos educativos son: Camtasia, Voicethread, Edilim, Hot Potatoes, entre otros.

En esta investigación, otro aspecto favorable fue que se reconozca el potencial didáctico-educativo de Internet en la enseñanza universitaria, puesto que la mayoría de investigadores están muy de acuerdo con reconocer a la Red como proveedor de múltiples herramientas didácticas para la educación.

Estos datos son congruentes con los de la investigación realizada en docentes de la Universidad Central del Ecuador en el 2013, de esta se desprenden resultados comparables con los del presente estudio; así tenemos: el 91 % de profesores usan internet, de estos el 88 % lo usan con fines pedagógicos. El 29 % usa el correo y los blogs principalmente y tienen una actitud positiva hacia la utilidad del uso del internet en la enseñanza calificándola como buena el 50 % y muy buena el 31 %, además; prefieren el uso pedagógico de las herramientas del internet por sus múltiples utilidades, principalmente por la información y contacto instantáneo con los estudiantes. ()

En este mundo globalizado, la innovación permanente es obligatoria; todo se revisa, todo cambia: los objetivos y los programas de las instituciones formativas (que entre otras cosas incluye la alfabetización digital), las infraestructuras físicas y tecnológicas, la organización y gestión de los centros, los materiales formativos y las metodologías que se utilizan. ()

Las afirmaciones planteadas evalúan el impacto de Internet en la sociedad, en las formas de vida, en la universidad y en el proceso enseñanza-aprendizaje. Se aprecia que la mayoría de respuestas califican con “muy de acuerdo” y “de acuerdo” estos criterios, lo que representa claramente que las actitudes de los investigadores son totalmente favorables, elemento psicológico sumamente positivo; que muestra la predisposición a la capacitación continua que la institución obligadamente debe facilitar.

Los datos muestran fortalezas, porque se infiere que existe una buena actitud de los docentes para valorar el impacto positivo de Internet en la sociedad actual, sus repercusiones en nuestras formas de vida, su integración en el ámbito universitario, su capacidad para generar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje y su influencia asertiva en los roles docentes.

Las pruebas estadísticas aplicadas en esta investigación, permitieron establecer relaciones significativas entre las actitudes positivas y los docentes de menos de 10 años de experiencia, mientras que no hubo ninguna relación entre sexo y actitudes. Este interesante dato es similar a los del estudio en la Universidad de Huelva sobre los usos didácticos, procesos formativos y actitudes de los docentes de esta Universidad en relación a Internet (), donde el porcentaje más elevado en preguntas similares se ha obtenido en aquellos que han manifestado poseer 5 años de experiencia universitaria. Con esto, en futuras investigaciones se debería ahondar en las razones de esta relación, para analizar el supuesto de que podría estar influyendo la edad, tal vez son docentes jóvenes que pertenecen a una cultura tecnológica contemporánea, diferente al profesorado de otra época.

Los resultados encontrados en la investigación obligan a proponer algunos lineamientos alternativos:

El proceso de evaluación institucional debería dar mayor peso al indicador relacionado con el uso de tecnología en el aula, como evidencia de aquello nada mejor que los profesores complementen sus clases presenciales con actividades en el aula virtual, se debe motivar su manejo ya que son pocos los docentes que ocupan la plataforma elearning de la institución y la mayoría de quienes la utilizan lastimosamente se limitan a compartir material o a la recepción de tareas, únicamente; entonces se están desaprovechando todas las herramientas web que podrían hacer más interactivo, dinámico y por tanto motivador el proceso de aprendizaje. Elearning - ESPOCH cuenta con la posibilidad de manejar recursos, como: archivo, carpeta, etiqueta, libro, página y url. Las actividades que se pueden desarrollar en estas aulas virtuales son: registro de asistencia, base de datos, chat, consulta, cuestionario, encuesta, foro, glosario, herramientas externas, lección, taller, tarea, wiki, juegos (ahorcado, crucigrama, sopa de letras, millonario, sudoku, serpientes y escaleras, imagen oculta, libro con preguntas).

Además de que se establezcan políticas institucionales que motiven y reconozcan el uso de tecnología educativa en el desarrollo de las asignaturas, es clave continuar con los procesos de capacitación, en temas elementales como el uso del internet, aulas virtuales, entre otros, pero se sugiere implementar capacitaciones en temas innovadores; por ejemplo aprovechar la popularidad de los dispositivos móviles y capacitar en el uso de aplicaciones que usadas con ese fin, pueden también servir para complementar el aprendizaje, tal es el caso de WhatsApp, o de redes sociales como Facebook, preferidas por jóvenes, maestros y por toda la sociedad, al punto de convertirse en un fenómeno cultural, fenómeno que debe ser aprovechado con fines educativos.

En lo referente a los componentes pedagógicos de la capacitación, se recomienda la modalidad B-learning, es decir la combinación de eventos presenciales y virtuales (). Los objetivos de la capacitación estarían orientados a lograr que los profesores utilicen herramientas de Internet para: manejar información, establecer un proceso de comunicación efectivo con los estudiantes, la elaboración de presentaciones multimedia interactivas y la producción de objetos de aprendizaje aplicables al desarrollo efectivo de contenidos en cualquiera de las áreas del saber humano. Finalmente, todo proceso educativo no estaría completo si no se hablara de la importancia de promover actitudes asertivas relacionadas en este caso, con el uso adecuado de las tecnologías de información y comunicación que la red provee y que sin duda nos permiten desarrollar un modelo de educación innovador y creativo, que a través de la tecnología se vuelve más humanista.

5. Conclusiones

- La mayoría de profesores de la ESPOCH utilizan las herramientas de información como son la navegación y las páginas web en el proceso de Enseñanza, principalmente en ámbitos educativos como: la organización de la asignatura, la investigación y también para las clases presenciales, la docencia a distancia, la atención tutorial y las actividades complementarias, siendo evidente el aprovechamiento de las múltiples utilidades para diferentes tipos de estudios y propósitos educativos.

- Las herramientas de comunicación son utilizadas por la mayoría de investigados. Se aprovechan las ventajas del correo electrónico para los ámbitos de la atención tutorial, la investigación y actividades complementarias como la recepción y retroalimentación de tareas. El chat es utilizado como canal de comunicación pero sin aplicación a la docencia. Los foros de debate se aplican a la organización de la asignatura y a la investigación. Se debe potencializar la utilización de las herramientas comunicacionales que brinda Internet en todos los ámbitos del proceso enseñanza-aprendizaje.

- Internet a través de sus herramientas informativas y comunicativas ha influido sobre diversos

aspectos relacionados con la Enseñanza que desarrollan los maestros; partiendo de los niveles de formación lo califican como normal en aspectos generales del uso de Internet y en el uso didáctico, pero, reconocen un nivel bajo de formación en el uso técnico y de producción en Internet.

- Los usos didácticos de Internet son principalmente como herramienta para la investigación, búsqueda bibliográfica y recursos tecnológicos para la docencia, la mayoría incorpora y seguirá incorporando Internet a sus asignaturas. Las herramientas que se reconocen con mayores ventajas para la docencia son la navegación y las páginas web. De los recursos web con los que cuenta la ESPOCH están siendo utilizados con frecuencia la página web y el correo electrónico, no así la plataforma moodle que la mayoría utiliza solo a veces por lo que se puede identificar esta debilidad, ya que el más completo e integral recurso didáctico institucional de Internet para la docencia y no está siendo aprovechado totalmente.

- Dentro de la Enseñanza, es un aspecto fundamental las actitudes de los docentes en relación al Internet que resultaron muy positivas debido a que altos porcentajes están muy de acuerdo con su potencial didáctico- educativo. Así también se reconoce que la Red genera estrategias innovadoras de enseñanza y aprendizaje. La mayoría valoriza el impacto positivo de Internet en la sociedad actual, sus repercusiones en nuestras formas de vida, su integración en el ámbito universitario y su influencia asertiva en los roles docentes. Se establecieron relaciones significativas que evidenciaron que las actitudes más positivas se presentan en los profesores que tienen menos de diez años de experiencia docente en la institución

- El análisis de los resultados permite concluir con la necesidad de desarrollar de forma prioritaria eventos de formación sobre Internet aplicado al proceso de enseñanza-aprendizaje, que se apoyaría en una aula virtual, los docentes están dispuestos a la formación continua en este campo que la reconocen como necesaria, se consideró también que las modalidades calificadas como muy interesantes son los cursos ofertados en ámbitos universitarios y los cursos online que les ayudarán a alcanzar un nivel elevado de formación como aspiración de la mayoría.

Agradecimientos

Los investigadores expresen un profundo agradecimiento a docentes y autoridades de la ESPOCH, por el apoyo que permitió el desarrollo exitoso de esta investigación.

Conflicto de intereses

No existió ningún conflicto de intereses que pudieron afectar los resultados obtenidos.

Referencias

1. Villar G. Las nuevas tecnologías en la educación superior universitaria. Organización de los Estados Americanos. Departamento de Asuntos Educativos. Educoea [Internet]. 2009 [citado 24 febrero 2016]; 4 – 5. Disponible en: <http://educoea.org/porta/bdigital/lae-ducacion/139/pdfs/139est1.pdf>
2. Galbán L, Ortega B. 2004. El uso de Internet como recursos didáctico. Facultad de Pedagogía, Universidad Panamericana, México. Somece 2004. 1:2.
3. Guzmán – Franco MD. Estudio sobre los usos didácticos, procesos formativos y actitudes de los docentes universitarios en relación a Internet. Revista Iberoamericana de Educación [Internet]. 2004. [citado 26 de febrero del 2016]; 36:1. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/633Guzman.pdf>
4. 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 febrero del 2016]; 3. Disponible en: <http://www.tecnologiaedu.us.es/cursos/29/html/bibliovir/pdf/a12.pdf>

5. Salinas – Ibáñez J. Innovación educativa y uso de las TIC. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía; 2008. p. 21.
6. Cabrera C, Jaramillo J. Estadística Inferencial. Ecuador. Universidad Particular de Loja; 1997. p. 263
7. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. Metodología de la investigación. La Habana: Editorial Félix Varela, 2; 2003.
8. Escalante – Gazabon K. Google Drive: definición y características. Academia. [Internet]. 2014. [citado 1 de marzo del 2016]; 1. Disponible en: http://www.academia.edu/7770035/GOOGLE_DRIVE_DEFINICION_Y_CARACTERISTICAS>
9. Celina Oviedo, H; Campo Arias, A; (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría, 572-580. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>
10. Cronbach J. Coefficient alpha and the internal structure of test. Psychometrika 1951; 16(3):297-334.
11. Daniel, W. W. (2003). Bioestadística. Limusa.p.39.
12. GIL PASCUAL, J. A. (2006). Estadística e informática (SPSS) en la investigación descriptiva e inferencial.p.3
13. Pita-Fernández P, Pértega-Díaz S. Asociación de variables cualitativas: test de Chi-cuadrado. [Internet]. 2004. [citado 28 de febrero del 2016]. Disponible en: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/chi/chi.asp>
14. Pérez – Gutiérrez A, Florido – Bacallao R. 2003. Internet: un recurso educativo. Etic@net. 2: 2
15. Pablos J. La tecnología educativa hoy: no es como ayer. Nuevos enfoques nuevas miradas. Revista Tecnología y Comunicación Educativas. [Internet]. 2003. [citado 24 de febrero del 2016]; 37:9. Disponible en: http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c57pablos.pdf
16. Marqués P. 1998. Usos educativos de Internet. ¿La revolución de la enseñanza? Comunicación y pedagogía. 154: 37-44.
17. García – Bustos S. Estudio estadístico de internet y su incidencia en la educación universitaria fiscal ecuatoriana: caso Guayas. [Tesis de Grado]. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2003. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5805>
18. Carreño Á, García R, Franco M, Cruz M. 2003. Posibilidades y limitaciones de Internet en la investigación educativa: valoraciones de los profesores. Ágora Digital. 6: 117
19. Vázquez P, Martinell A. Competencias digitales docentes. XI Congreso Nacional de Investigación; México. 2011. p.5.
20. Carreño Á, García R, Franco M, Cruz M. 2003. Posibilidades y limitaciones de Internet en la investigación educativa: valoraciones de los profesores. Ágora Digital. 6: 122
21. Belmonte L. T. El perfil del profesor mediador. Madrid: Santillana; 2003.
22. Cuenca – Saavedra J. Uso del Internet como herramienta en el proceso de aprendizaje en los estudiantes. [Tesis de Grado]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2013. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1455/1/T-UCE-0009-53.pdf>
23. Pere Marqués-Graells P. Los docentes: funciones, roles, competencias necesarias. HOY. [Internet]. 2000. [citado 28 de febrero del 2016]. Disponible en:<http://blocs.xtec.cat/formaciotic1/files/2009/03/funciones-de-los-docentes-hoy.pdf>
24. Guzmán M. El profesorado universitario en la sociedad de las redes telemáticas. [tesis doctoral]. España: Universidad de Huelva; 2002.
25. Vera, F. (2008). La modalidad blended-learning en la educación superior. p.16

ANEXO 1.

FIGURAS Y TABLAS

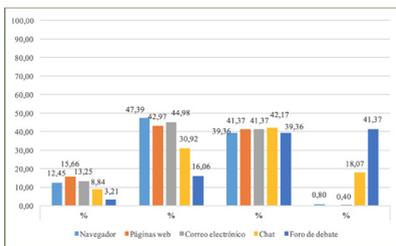


Fig. 1. Distribución de la muestra según frecuencia de utilización de las Herramientas de Internet en la Enseñanza.

Tabla 1. Datos estadísticos de las Herramientas de Internet, según utilización diaria y aplicación a los ámbitos educativos.

Ítem	N	Media	Mediana	Moda	Desviación típica
Navegadores					
Organización de la asignatura	32				
Clases presenciales	8				
Docencia a Distancia	13				
Atención tutorial	28	28.67	28.5	-	18.95
Investigación	62				
Actividades complementarias	29				
Páginas web					
Organización de la asignatura	34	27.50	23	-	18.41
Clases presenciales	10				
Docencia a Distancia	14				
Atención tutorial	22				
Investigación	61				
Actividades complementarias	24				
Correo electrónico					
Organización de la asignatura	5				
Clases presenciales	9				
Docencia a Distancia	17				
Atención tutorial	16	16.83	16.5	-	10.68
Investigación	36				
Actividades complementarias	18				
Chat					
Organización de la asignatura	9				
Clases presenciales	6				
Docencia a Distancia	5				
Atención tutorial	15	10.50	10.5	-	4.59
Investigación	12				
Actividades complementarias	16				

Foros de debate					
Organización de la asignatura	15				
Clases presenciales	18				
Docencia a Distancia	12	18.33	18	18	5.09
Atención tutorial	18				
Investigación	27				
Actividades complementarias	20				

Tabla 2. Datos estadísticos de las Herramientas de Internet, según utilización frecuente y aplicación a los ámbitos educativos.

Ítem	N	Media	Mediana	Moda	Desviación típica
Navegadores					
Organización de la asignatura	97				
Clases presenciales	16				
Docencia a Distancia	49	62.00	47	-	39.80
Atención tutorial	42				
Investigación	123				
Actividades complementarias	45				
Páginas web					
Organización de la asignatura	98	57.50	45	-	32.48
Clases presenciales	19				
Docencia a Distancia	47				
Atención tutorial	43				
Investigación	97				
Actividades complementarias	41				
Correo electrónico					
Organización de la asignatura	18				
Clases presenciales	31				
Docencia a Distancia	22	39.50	41.5	-	18.04
Atención tutorial	52				
Investigación	60				
Actividades complementarias	54				
Chat					
Organización de la asignatura	42				
Clases presenciales	15				
Docencia a Distancia	31	32.50	35.5	36	9.27
Atención tutorial	36				
Investigación	36				
Actividades complementarias	35				
Foros de debate					

Organización de la asignatura	36				
Clases presenciales	30				
Docencia a Distancia	36	36.67	36.5	36	3.98
Atención tutorial	39				
Investigación	42				
Actividades complementarias	37				

Fig. 2. Distribución de la muestra según nivel de formación en el uso didáctico de las herramientas de Internet.

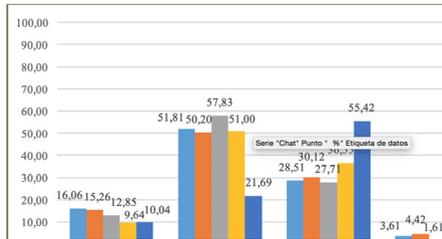


Fig. 3. Distribución de la muestra según frecuencia de la aplicación del Internet en el ámbito universitario.

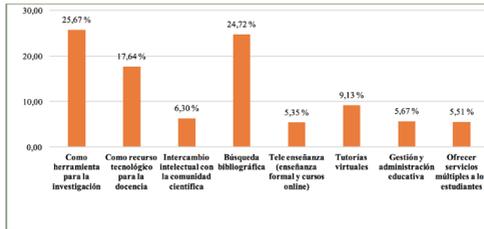


Tabla 3. Análisis correlacional de las Actitudes de los docentes en relación a las variables sexo y años de experiencia. Prueba de Chi cuadrado de Pearson.

Variables	Actitudes				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en des-acuerdo
Sexo	0.9578276492	0.9347975002	0.7948835485	0.9765371411	0.4204680619
Años de experiencia	0.0477614959*	0.0298978679*	0.0000000001*	0.0027624214*	0.0420348115*

La correlación es significativa al nivel 0.05

Prueba de Hipótesis

Hipótesis Nula (Ho): Las dos variables son independientes

Hipótesis Alternativa (Hi): Las dos variables están relacionadas

Con un nivel de confianza de 95% ($\alpha=0,5$) rechazamos Ho cuando p-valor < 0,05

En el caso de la variable Sexo, se acepta la Ho; es decir las dos variables son independientes, no existe relación significativa entre las dos variables (Sexo – Actitudes)

En el caso de la variable Años de experiencia, se rechaza la Ho y se acepta la Hi; es decir existe relación significativa entre las dos variables (Años de experiencia – Actitudes)

BUEN VIVIR, UTOPIA O MODELO DE DESARROLLO**(GOOD LIVING UTOPIA OR MODEL OF DEVELOPMENT)**

(1) (2)

R. E. Parra (1) H. A. Zabala (2)

Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. r.parra@esPOCH.edu.ec
 Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo hzabala@esPOCH.edu.ec *0998084146. 032968195. hzabalaj28@gmail.com (H. Zabala)

RESUMEN

El objeto de este trabajo está lejos de hacer un análisis meta teórico sobre la acepción buen vivir, e incluso filosófico el cual parece derivar de su sentido literal, el enfoque que se aspira hacer es aquel al cual han trasladado las diferentes discusiones que sobre el tema se han dado específicamente su connotación económica. Precisar de alguna manera la aparente novedad o distanciamiento de las tesis conocidas en la modernidad y que han marcado la vida de las sociedades occidentales, o si por el contrario consiste en una mutación que aspira tener fundamento teórico a partir de la suscripción de una serie de postulados, resultando de ello un híbrido de coyuntura. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es demostrar teóricamente que el Buen Vivir no es un nuevo modelo de desarrollo o propuesta política económica, sino un mosaico de tendencias y planteamientos que le pueden tonar endeble en la práctica. Es de ratificar también que los modelos económicos que han surgido en la humanidad acuden a reflexiones y cimientos teóricos de gran alcance independientemente de la aceptación, renuncia o negativa hacia ellas, por lo que la sociedad Ecuatoriana aun viviendo los efectos críticos de modernismo en fase terminal, no asimila con claridad efectos de una transición de época.

Palabras claves: Buen vivir, Utopía socialista, modelo de desarrollo, organización social.

ABSTRACT

The object of this work is far from making a meta-theoretical analysis on the meaning of good living, and even philosophical which seems to derive from its literal sense, the approach that is aspired to do is that to which they have transferred the different discussions on the subject Have specifically given their economic connotation. To specify in some way the apparent novelty or distance from the theses known in modernity and which have marked the life of Western societies, or if on the contrary it consists of a mutation that aspires to have theoretical foundation from the subscription of a series Of postulates, resulting in a hybrid of conjuncture. Therefore, the objective of this paper is to demonstrate theoretically that Good Living is not a new model of development or economic policy proposal, but a mosaic of trends and approaches that can make it weak in practice. It is also to ratify that the economic models that have arisen in the humanity go to reflections and theoretical foundations of wide scope independently of the acceptance, resignation or negative towards them, reason why the Ecuadorian society still living the critical effects of modernism in terminal phase, does not clearly assimilate the effects of a period transition.

Key words: Good living, socialist Utopia, development model, social organization.

1. Introducción.

Buen vivir, estas dos palabras que aparentemente no tienen complejidad, llevan sobre su sentido

una discusión inacabada de filósofos, juristas, moralistas, religiosos, estadistas, políticos y todo hombre de letras, que en un momento dado de su reflexión han referido aspectos éticos, incluso se ha asignado un nombre independiente y una dedicación autónoma.

Para este análisis comparativo, y de conformidad al título del presente artículo, se partirá del utopismo socialista al cual revolucionó el socialismo científico (1), ya que a diferencia de él, que de forma novelesca planteaba tipos improbables de organización social, propone un modelo de organización diferente al incipiente capitalismo del siglo XVIII, con fundamento en el desarrollo que la humanidad alcanzó en todas las esferas de la vida y fruto de la vanguardia del pensamiento, el Marxismo se nutre de ellos y elabora toda una corriente de pensamiento cuya matriz la encontramos en la filosofía Hegeliana, al cual Marx habría poner cabeza arriba (2).

Efectivamente en un mundo binario (3), determinista, positivista (4), la historia ya no constituye un conjunto de hechos caóticos o la voluntad particular de gestores épicos de transformaciones. La historia pasa a ser una lucha constante y permanente de opresores y oprimidos, sustancialmente entre los detentadores de la propiedad y del capital, frente a aquellos que sólo eran propietarios de su fuerza de trabajo (5).

2. Materiales y Métodos

El trabajo se sustenta en un estudio histórico, doctrinal, bibliográfico amplio del cual se revelan los diferentes aportes de orden teórico, realizados en las áreas de las ciencias sociales, principalmente en la economía y filosofía, los mismos que se llevaron y llevan a la práctica en gran parte de la humanidad.

De este estudio se procedió hacer ejercicios de análisis de textos, artículos y libros, síntesis de sus contenidos, y a través de un método comparativo y crítico se llegó a conclusiones de carácter teórico que pueden ir verificándose en la sociedad ecuatoriana.

3. Resultados y Discusión.

Aristóteles subordinaba la ética a la política (6), se arriba de esta forma al punto en el cual es el ser humano en familia, en colectividad, en sociedad, el que crea categorías éticas de bien y mal. No obstante el hecho de que un acto sea considerado en sociedad como bueno, no quiere decir en sí mismo que el bien exista. Así para Kant es el individuo el ser ético sin exigencias fuera de él, resulta por ello que la felicidad, la libertad, e incluso la justicia son categorías éticas, por tanto que el “Buen Vivir” por su propia acepción, constituye una categoría ética y no política, ni jurídica, a tal punto que Schopenhauer la señaló como disciplina filosófica asignándole el nombre “eudomología, tratado sobre la existencia feliz, o arte del buen vivir (7).

Por lo tanto, cuando se hace referencia a estos conceptos, se encuentra con la dificultad que hasta la actualidad no existe un consenso universal en su alcance y contenido y poder definirlos de modo concluyente e irrefutable, como así lo atestigua la historia del pensamiento no solo occidental sino también otras culturas denominadas ancestrales.

Es imperativo en este momento determinar las bases para el análisis del buen vivir desde una perspectiva universal, es así que el desarrollo de la ciencia y la tecnología, fue llevando de la mano una nueva forma de explotación capitalista y es en su fase industrial (8), donde se construye el laboratorio social y se vertebrará las tesis socialistas. El capital originario, el plus trabajo, el plus producto, los ejércitos de reserva laboral, la enajenación, la acumulación del capital, serán un conjunto de categorías que alimentan la nueva propuesta que llevará en esencia a la planificación estatal de la economía, la estatización de la propiedad y de los medios de producción, en definitiva la rectoría estatal de la economía (9).

Desde la otra orilla, y en la lucha por romper las cadenas feudales, y como sustento esencial de sus tesis, el liberalismo encuentra en la teoría del derecho natural, en el racionalismo, empirismo, las fuentes de sus postulados, que básicamente tiene que ver con las libertades aducidas como naturales, frente al poder absolutista y teísta. Las leyes naturales que gobiernan la economía serán las manos invisibles que posibilitarían el progreso, desarrollo y consecuentemente la riqueza (10). La clase social emergente que no necesariamente vivía de las dádivas de la realeza, con el apuntalamiento del iluminismo, la ilustración, el desarrollo de la ciencia y la tecnología va abandonando el campo como única fuente del desarrollo y vida social, el nacimiento y crecimiento de burgos, urbes, muestran otra cara en las relaciones humanas, esta burguesía tiene en el sistema absolutista un barrera para su expansión, esencialmente en la titularidad de la propiedad. Para esto era necesario cimentar filosófica y científicamente las bases de la sociedad occidental para construir un nuevo mundo, produciendo un cambio de época y entrar en la modernidad (11).

El racionalismo (12), empirismo, realismo (13), sensualismo (14), serán las manifestaciones y brújulas que guían el desarrollo de la ciencia, la revolución industrial abrirá las puertas para la producción en masa, la apertura de mercados a través de la conectividad esencialmente férrea, hacen accesible ya no a una parte del mundo sino al mundo entero. El mundo asiste al nacimiento de la industria y consecuentemente el trabajo asalariado y la división del trabajo (15).

Esto no podría vertebrarse sino es a través de una organización jurídica política de carácter liberal, el Estado de derecho en su fase de estado legislativo (16), es el instrumento idóneo para el efecto, y la democracia puramente representativa da legitimidad

1 El pensamiento binario es una forma de razonamiento dicotómico, que separa lo inseparable. La conveniencia de una visión dicotómica de la realidad se consolidó como una regla histórica para moldear la interpretación de la realidad y la transformación del mundo. Hace cerca de 500 años, Maquiavelo separó lo político de lo moral; después Galileo separó la realidad material cuantificable de la experiencia sensorial tangible, Descartes separó la mente de la materia, Bacon separó la ciencia de la sociedad, Hobbes separó el poder del pueblo y Smith separó lo económico de lo político. Este falso dualismo influyó la forma de pensar y, por lo tanto, de actuar de todas las generaciones posteriores a estos pensadores. La humanidad está hoy confusa frente a la proliferación de las falsas dicotómicas creadas por esta forma de pensar que, por conveniencia política o por inocencia intelectual, exige de los actores sociales un posicionamiento frente a estos falsos dilemas.

2 Basado en la premisa de la causalidad lineal: $C \rightarrow E$, la que es ante todo superior y exterior, la ciencia clásica considera que todo puede ser sometido a una explicación causal. El azar no existe y se debe atribuir a la ignorancia.

3 Que reduce el método científico a la experimentación formal, la observación empírica y el análisis estadístico. El conocimiento aportado por el método científico es positivo, objetivo y neutro al ejercicio de poder. En este contexto la economía gobernada por leyes naturales, el mercado como director de orquesta dirige y regula con su mano invisible los precios, los productos, los bienes y servicios que se han de crear y prestar, teniendo como impulso la búsqueda legítima del bienestar personal, que llevará al bienestar general y colectivo (17).

En esta perspectiva es claro el marginal rol que va a desempeñar el estado en la sociedad, como un facilitador de las relaciones sociales libres y abiertas. Esto condujo a resultados que la historia y los historiadores lo refieren con cierto consenso, la pauperización de gran parte de la sociedad, la acumulación del capital, aumenta las brechas de desigualdad y en definitiva un sistema opresivo, dejado al arbitrio de los particulares, sin limitación institucional y social (18).

La reacción se dio de dos formas: una a través de la implantación de estados socialistas sea por medios revolucionarios, sea por imposición como en el caso de la segunda guerra mundial; y, otra a través de modular los excesos del estado capitalista en la forma de social democracia, la

implementación del Estado benefactor y el estado de bienestar

3.1 *Los intentos de mediación.*

Está por demás continuar remarcando la oposición sobre estas tesis, es más bien necesario reivindicar la presencia sobre la apuesta que ha hecho la cultura por encontrar un punto medio. Efectivamente tras las crisis capitalistas del siglo XX (9), la aparición del estado de bienestar (19), el estado benefactor, las tesis Maltusianas, la economía social de mercado, el capitalismo social, la social democracia o tercera vía (20), emprendió un proceso de convivencia y otros de aparente superación entre los opuestos socialismo y capitalismo.

Es así que la social democracia (21), propugna un socialismo sin la necesidad de adscribirse a las tesis medulares del marxismo clásico y se presenta como una propuesta teórica y práctica moderada, tal moderación va desde los procedimientos para la implantación del socialismo y en la parte sustancial se deslinda como queda dicho de las tesis marxistas de la lucha de clases, dictadura del proletariado (22), y acoge las reglas de juego del estado de democracia liberal, sus caracteres esenciales se circunscriben a la búsqueda de justicia social, solidaridad, humanismo y progreso, pero en particular y en virtud del análisis del presente artículo su enfoque es superar el estado capitalista, eliminando privilegios de la burguesía sin afectar el sistema de economía de mercado con la intervención del estado a fin de controlar posibles desequilibrios causados dentro del mismo.

Para Keynes en el estado de Bienestar ya se configura una acción institucional, es decir se configura andamiaje jurídico político a fin de redistribuir la riqueza, no a partir de una estatización de la propiedad, tampoco un redistribución de la riqueza entre los particulares con respecto a su patrimonio, sino a partir de organizar un presupuesto estatal, finanzas y políticas públicas que tomen en consideración a las personas y la satisfacción de necesidades sustanciales como salud, educación, seguridad social, alimentación, vivienda, entre otros aspectos elevados al rango de derechos colectivos constitucionalizados o derechos denominados prestacionales. Esto implicaba e implica en la actualidad que el Estado asuma los roles de planificador, regulador, propietario y administrador de un conjunto de organismos para tal efecto y de la misma manera consolidar una normativa en la que conviva el capitalismo con reglas que tengan como fin una función de redistribución de riqueza (23).

Siguiendo con esta lógica y sin que exista diferencia conceptual marcada con el estado de bienestar, se eleva a una siguiente categoría la presencia de un estado benefactor que ya se encuentra en Hispanoamérica, donde el intervencionismo estatal es superlativo, toda vez que a la suma de actos prestacionales asumidos por el Estado, se acompaña una política de subsidios e incluso de subvenciones y entrega directa de recursos, dinero o bienes que tienen como fin erradicar inicialmente la pobreza extrema, pero insistiendo, sin transformar la estructura liberal clásica sobre el derecho de propiedad y la liberalidad económica.

Se puede apreciar que este proceso evolutivo en los modelos económicos, tiende como en líneas anteriores se ha planteado a presentar una salida a la dicotomía liberal socialismo que polemizó en la modernidad, no siempre con buenos resultados como es objetivamente demostrable en los pueblos Latinoamericanos.

No se puede dejar de resaltar que sobre estas alternativas el pensamiento Keynesiano ejerció una influencia decisiva, al considerar al Estado como actor fundamental en la economía y dejar de ser simple y llanamente un estado policía que provea seguridad. Para esto es necesario estructurar un Estado con instituciones y organismos destinados para ello, constituyéndose en otra fuente de empleo e inversión que inyecta ingentes recursos en la sociedad y ayudaría a dinamizar la economía y consecuentemente por los fines que persigue el estado una redistribución del ingreso

y la riqueza.

3.2 Condiciones sociales y culturales de la posmodernidad que influyen en el modelo del buen vivir:

De lo anotado en acápites anteriores, en la práctica el mundo se veía desbordado y polarizado por la desigualdad que no encuentra

en estos intentos de mediar entre modelos, alcanzar equilibrio en los niveles de vida.

Ante esta circunstancia se ensayan especialmente en América Latina a partir del boom constituyente alternativas al capitalismo, pero considerando factores no existentes en épocas precedentes y que serán cardumen para el análisis de esta “nueva” propuesta, se refiere de forma especial pero no exclusiva las categorías: ambiente, minorías, tecnología de la información, entre otros, que ponen en entredicho la cultura occidental que modeló la modernidad y que específicamente enunciamos:

a) La Filosofía y la ciencia.- El vuelco producido por la filosofía en esta época tardía de la modernidad o posmodernidad se caracteriza por el abandono de sus problemas clásicos especialmente a finales del siglo XX y el triunfo de sofismas, frente a grandes sistemas abanderados por el absolutismo de la razón, el determinismo y la unidireccionalidad de la historia. Efectivamente en esta línea se podría calificar a Nietzsche como el pensador que no le preocupa la objetividad: la verdad del conocimiento se mide por su capacidad para transformar a quien conoce. Así, el saber no puede ser transmitido, pues se origina en una experiencia personal que no es directamente comunicable (24), este autor abre este sísmo tal como lo hizo Descartes en su momento a la escolástica. Ya no se habla de la verdad inmutable, universal, general y desinteresada, sino verdades, saberes, localidades, parcialidades, cada uno debe inventar lo suyo; en definitiva se podría sintetizar que la posmodernidad lesiona gravemente el cogito ergo sum cartesiano (25), el sujeto trascendental de Kant (26), y el ser absoluto de Hegel (27) y ahora resulta que todo es precario, temporal, relativo, subjetivo, el tiempo de las certezas ya pasó.

La ciencia por consiguiente se ve afectada por esta realidad, así las teorías científicas muestran su debilidad para sostenerse en el tiempo, el positivismo que admite exclusivamente un conocimiento coherente, autónomo, imparcial y objetivo se ve contrarrestado nuevamente por la metafísica, se armonizan entre las ciencias exactas y sociales, por tanto, el saber científico no tiene supremacía sobre otras manifestaciones humanas como el arte, e incluso la religión, de ahí viene que no se aceptará todo saber cómo confiable solamente cuando proviene de los aportes de la ciencia.

b) El desarrollo y el progreso.- Sin entrar en el problema teórico de diferenciar los conceptos de desarrollo y progreso, lo que se pretende llamar la atención, es que el desarrollismo consiste en un planteamiento político y económico dirigido principalmente para los países que alcanzaban su autonomía luego de procesos de colonización; o en vías de desarrollo asumiendo concepciones que propenden a aplicar un programa donde el consumo es un mecanismo idóneo para alcanzar redistribución del ingreso, obviamente a través de una intensa demanda de bienes y servicios. Previo a esto, será necesario la estratificación de los países de conformidad a su dedicación económica productiva, así resulta que en la generalidad de Latinoamérica, por encontrarse en muchos casos hasta en fase pre industrial, le corresponde un estado de subdesarrollo, mientras que en los estados desarrollados se encuentra una actividad económica industrial y tecnológica que lo ubican en la cima de esta estratificación y por ende se convierten en estados dignos a copiar y seguir, además de esto es menester resaltar que esta calificación se obtenía a través de ciertos indicativos de carácter cuantitativo, como por ejemplo: cantidad de industrias, ingreso per cápita, tasa de alfabetización, tasa de mortandad (28).

Esta necesaria modernización de las economías sub desarrolladas, obligaba a caminar en una

especie de proceso evolutivo y ascenso, lo cual implica la adopción de ciertas medidas tales como atender la vocación productiva, sobre la base de los recursos disponibles que le permitan a una nación competir en el comercio exterior. Sin embargo, anclar la economía a ciertas actividades primario exportadoras contribuyó a un mayor distanciamiento entre los países industrializados, o economías secundarias y terciarias quienes se veían en la necesidad de agregar valor a productos y servicios a través de innovación y desarrollo científico y tecnológico, aumentando la brecha entre los países del denominado tercer mundo. De ahí el planeamiento del desarrollo en los centros en detrimento de los países periféricos, las misma que puede contrarrestarse a partir de un proceso de industrialización a fin de sustituir importaciones de bienes manufacturados con alto componente de valor agregado (28).

c) La conciencia ecológica.- Un elemento particular que influye en el modelo del buen vivir, evidentemente son las consideraciones ambientales y ecológicas que la humanidad las va haciendo suyas dejando de lado posiciones antropocéntricas e involucrando dimensiones espirituales. Efectivamente la ecosofía invita a repensar la vida y el mundo a partir de la crisis de los valores modernos en el cual el racionalismo, positivismo, e incluso corrientes irracionistas se ven superados por el pensamiento holístico en el cual todo se encuentra ligado, interrelacionado e interdependiente, como parte de un todo, el ser humano no se encuentra en la cima del mundo, sino solo al ser una parte de él todas las formas de vida tienen el mismo valor, esto influye tanto en nuestro estado que regula derechos para la naturaleza, concuerdan con el planteamiento de Naess: “la diversidad aumenta las potencialidades de sobrevivencia, las probabilidades de nuevos modos de vida y la riqueza de formas” (29).

d) El pensamiento ancestral.- De la nutrida cultura de los pueblos ancestrales, para precisar se destaca su noción de propiedad. En este sentido los pueblos ancestrales se consideraban una prolongación de la Pacha Mama, la tierra entendida como ser que da vida y no como un recurso de apropiación y explotación, que no son dos cosas distintas y separadas, sino que se funde en una sola con ella, es más, ella es fuente de vida (30). La simbiosis existente entre la tierra y sus frutos, no es una relación dual, sino una interrelación, una convivencia, resulta por ello que también las nociones de riqueza, pobreza, acumulación de bienes materiales tampoco tiene sentido al verse afectada la figura de la propiedad.

e) El llamado a decrecer.- Frente a la insostenibilidad del planeta en las actuales condiciones de crecimiento demográfico y demanda de bienes y servicios muchos de ellos insustanciales para la vida, especialmente en los países concentradores de riqueza, a más de que el crecimiento crea ficticiamente una sociedad de bienestar, sino más bien nos impone una carrera de
4 Pienso luego existo. Descarte

acumulación ilimitada es menester la conformación de sociedades convivenciales, autónomas y ahorrrativas, erradicando la dicotomía riqueza versus pobreza, escasas versus abundancia, aceptando una forma de vida alternativa a la del consumismo, una vida de acción, una vida espontánea, sin ataduras convivenciales (31).

3.3 *Buen vivir, ideología o modelo de desarrollo.*

El siempre presente anhelo de encontrar sociedades más justas y equitativas han ocupado el quehacer intelectual a través de la historia, y varias teorías realmente han entrado en acción, cada una ellas desde una visión opuesta y contraria entre sí. La misma humanidad ha tratado de mediar las contradicciones a teorías y modelos económicos híbridos sin que ello haya significado un paso cualitativo.

Esto sucede con la propuesta del Buen vivir, la misma que de lo anotado va caminando entre el

capitalismo, socialismo, social democracia, hasta incorporar las preocupaciones de las mentes y colectivos de finales del siglo XX, sin que por ello se llegue a vertebrar un sistema autónomo, coherente, sistemático e incluso viable. Esta adscripción a variadas propuestas de orden teórico ha producido desequilibrios en el orden práctico que se puede señalar sin que ellas constituyan la totalidad de las objeciones tanto a nivel teórico como fáctico:

a) La adscripción a un sistema de economía planificada con tolerancia e incluso incentivo a la actividad privada.- (Esto produce algunos efectos)

- El estado controla los excesos de los privados tales como: acumulación, explotación laboral, a través de regulaciones dirigidas al mercado y sus actores. En principio esto es plenamente loable y deseable pero el desequilibrio puede acarrear consigo desincentivos a las actividades productivas y con ella, la innovación, la pérdida de empleo en incluso economías dependientes.

- El rol de estado como actor en la economía crea una nueva burocracia elitista, burguesa y aristocrática, en base a un desequilibrio con los ingresos del sector privado que apenas se sostienen con ingresos mínimos.

- Cuando el estado al igual que los particulares asume un rol relevante en la economía requiere una Institucionalidad y sistema democrático fuerte, que le permita establecer controles independientes sobre sus actos; caso contrario el estado puede sumergirse en ambientes de corrupción en la contratación, producción de bienes o prestación de servicios. En tal sentido un Estado planificador, actor y regulador de la economía solamente puede subsistir con instituciones democráticas independientes y autónomas especialmente en los organismos de control constitucionalizado.

b) El cambio de la matriz productiva.- Fiel a los postulados desarrollistas descritos brevemente en líneas anteriores se aspira que una economía primario exportadora agregue valor a la producción de sus bienes o prestación de servicios, de la misma forma a través de decreto. Esta propuesta tecnocrática utópica trae consigo los siguientes estragos.

- Desnaturaliza la vocación histórica, geográfica, social y cultural a fin de imponer violenta y no gradualmente actividades materialmente inviables, homogenizando un discurso retórico revestido de ciencia.

- Condiciona a los estados en sus relaciones internacionales, toda vez que no se puede extra-territorializar la ideología dominante a otro estado que lo que tienen en común es que demandan bienes o servicios. Por tanto las relaciones internacionales deben desideologizarse.

- Condiciona las acciones del mercado y las deforma a través de políticas tributarias, especialmente arancelarias a fin de artificialmente garantizar un cambio de matriz productiva que en la práctica no se da por desconocer e ignorar y simplemente errar en el diagnóstico de la problemática social.

- En vez de ir aminorando e incluso extirpando las diferencias centro periferia el estado se va haciendo más dependiente, especialmente de capitales privados o públicos del extranjero, a fin de sostener las obligaciones que los estados han asumido en las formas de prestaciones públicas obligatorias.

c) El medio ambiente y el decrecimiento.- Un capitalismo de estado cae en la misma lógica depredadora del capitalismo privado, tomando a la naturaleza como un recurso inagotable independiente de la regulación constitucional, que en muchos de los casos es meramente una carta formal, esto trae consigo los siguientes problemas:

- Cuando la economía es restringida a un tipo de actividad o producción, especialmente las actividades de explotación petrolera, minera entre otros, no se escatima y piensa sobre los derechos que tiene la naturaleza e incluso comunidades y pueblos asentados en estos campos; es decir el extractivismo es una política de estado.

- Apelar al decrecimiento, es apelar a decisiones de carácter immanente y subjetivo, en búsqueda de la equidad material, esto evidentemente choca con la generalidad de la cosmovisión occiden-

tal, que puede darse a través de procesos paulatinos de concientización, que no necesariamente se convierte en regla de carácter obligatorio.

CONCLUSIONES

El gran óbice del macro emprendimiento del buen vivir consiste en no haber vertebrado un sólido fundamento teórico, que no necesariamente innove un modelo genuino y auténtico para los pueblos Latinoamericanos; sino que la adscripción como se puede observar a un variado grupo de propuestas históricamente construidas de manera acrítica, ha llevado nuevamente a no alcanzar la probablemente gran utopía de justicia social.

El Estado asume el papel regulador de la economía, el mismo que puede mantener el llamado buen vivir inyectando recursos al sistema económico, si se reducen los recursos estatales los proyectos y demás postulados se podrán ver comprometidos en el desarrollo de los mismos.

Los capitales públicos tienen mayor relevancia que los privados, los mismos que van construyendo una dependencia estatal cada vez más fuerte pero si se da una disminución de los ingresos por la venta y explotación petrolera y una baja de las recaudaciones tributarias, puede conducir y provocar una ruptura de las prestaciones públicas obligatorias.

El buen vivir es y seguirá siendo la utopía de la humanidad, al parecer “benditos” son los que ha encontrado su fórmula; sin ser escépticos, sino realistas, esta constituye la utopía postmoderna que debe ser de cardumen para la elaboración de un proyecto social, posible real y verdaderamente justo.

Se ha consignado en algunos textos constitucionales y en planes gubernamentales el buen vivir, sin tomar en consideración que una constitución no establece un buena vida o buen vivir; lo que hace es establece un modo de vida diferente, distinto o mejor si se quiere que otros, desde el punto de vista particular o colectivo de ver el mundo, pero no necesariamente universal. Para ser simples y didácticos vivir bien es, es vivir sin fumar por ejemplo; sin embargo el Estado permite fumar, tal decisión (es decir la de no vivir bien, porque fumar afecta la salud), no es estatal y social sino individual y personal.

Referencias

1. Engels F. Del socialismo utópico al socialismo científico; 2009.
2. Kühne K. Economía y marxismo: Grijalbo; 1977.
4. Rodríguez-Aguirre, N. Ciencia, Tecnología & Sociedad: Nuevas perspectivas. Quito: Editorial Universitaria; 2002.
- Garaudy R. Lecciones de filosofía marxista: Grijalbo; 1966, pag. 69
5. Reforza P. La “Política” de Aristóteles. Filosofía, política y economía en el Laberinto; 2000.
6. Shopenhauer A. Arte del buen vivir. Madrid: Edidaf S.A.; 1983
7. Mijailov M. I. La revolución industrial: Momo Ediciones; 2000.
8. Marx K, Deville G.. El capital, resumido por Gabriel Deville: Editorial Claridad; 1946.
9. Smith A. La riqueza de las naciones. Oficina de Viuda e Hijos de Santander: Valladolid 1794; 1794.
10. Giddens A. Consecuencias de la modernidad: Alianza editorial; 1993.
11. Descartes R. Discurso del método: Ediciones Colihue SRL; 2004.
12. Locke J. Compendio del ensayo sobre el entendimiento humano: Alianza Editorial; 2002.
13. DE Condillac EB, Aarsleff H. Condillac: Essay on the Origin of Human Knowledge: Cambridge University Press; 2001.
14. Hessen, J. México. Teoría del Conocimiento: Biblioteca de Obras Maestras del Pensamiento; 2005.

15. Sanchís L. El constitucionalismo de los derechos: Revista Española de Derecho Constitucional; 2004, vol. 24, no 71.
16. Keynes J. Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero: Fondo de cultura económica; 2014.
17. Houtart F. Deslegitimar el capitalismo; Reconstruir la esperanza: Ruth casa editorial, CLACSO; 2009.
18. Picó J. Teorías sobre el Estado del Bienestar; 1987.
- Silvia J, RICA, S. *** La Dimensión Institucional del Desarrollo Sostenible, de las Reglas de la vulnerabilidad a las premisas de la Sostenibilidad en el contexto del cambio de época***; 2001.
19. Giddens A. Tercera vía y justicia social. La política: Revista de Estudios sobre el Estado y la Sociedad; 2001, vol. 5, p. 69-84.
20. Papell A. Quevedo: su tiempo, su vida, su obra: Editorial Barna; 1947.
21. Glezerman G, Smenov S. Clases y lucha de clases: Grijalbo; 1968.
22. Conway E, Noriega L. 50 cosas que hay que saber sobre economía: Ariel; 2010
23. Nietzsche F. Así habló zarathustra. Friedrich Nietzsche; 2016.
24. Descartes R. Discurso sobre el Método, Investigación de la verdad: Ediciones Universales; 1981. Pag.42
25. Ritter, G. La crítica de la razón pura, Ensayo interpretativo de su significación histórica: Claridad; 1944.
26. Moog W, Gaos J. Hegel y la escuela hegeliana; 1931.
29. Parra R. Buen vivir y Constitución: Editorial Pedagógica Freire; 2011, Pag 77.
30. Latouche S. La Apuesta por el decrecimiento: ¿ cómo salir del imaginario dominante?: Icaria Editorial; 2008.

EVALUACIÓN DE MICRO Y PEQUEÑOS EMPRENDIMIENTOS DE LA ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA PREVIO A PARTICIPAR EN UNA RONDA DE NEGOCIOS

(EVALUATION OF MICRO AND SMALL ENTERPRISES OF THE POPULAR AND SOLIDARITY ECONOMY PRIOR TO PARTICIPATING IN A BUSINESS ROUND)

*O, Rodríguez (1), O, Parada (2), M., Barba (3), C. Delgado (4), M. Sanmartín(5),.

(2) (3) (4) Grupo de Investigación Innova MKT, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

(5) Escuela de Ingeniería en Marketing, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

*Correspondencia. Tel.: 0992961668, Fax: 2998200 Ext. 191, E-mail: omru25@gmail.com (O, Rodríguez)

RESUMEN

El estado ecuatoriano ha direccionado su política económica y social a fortalecer el sector de la economía popular y solidaria, motivando la participación de los micro y pequeños empresarios como proveedores de las cadenas de supermercados a nivel nacional, lo que involucra cumplir con el manual de buenas prácticas comerciales para ingresar en el mercado, formando parte de los casos exitosos de emprendedores con ideas innovadoras que se sustentan a través de un comercio justo. La investigación se desarrolla bajo el método Delphi llevado a efecto en la evaluación de los productos que participarán en la rondas de negocios planificadas por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado, cumpliendo al menos 3 grupos básicos referenciales como: normas legales comerciales, calidad de la información y ventajas competitivas; parámetros que permiten sobresalir de los demás actores de la economía popular y solidaria, posibilitando la negociación con los operadores económicos.

Palabras claves: Emprendimientos, Supermercados, Economía popular, Ronda de negocios.

ABSTRACT

The Ecuadorian state has directed its economic and social policy to strengthen the sector of popular and solidarity economy, motivating the participation of micro and small entrepreneurs as suppliers of supermarket chains at national level, which involves complying with the manual of good practices To be sustained in the market, being part of the successful cases of entrepreneurs with innovative ideas supported by a fair trade. Through the Delphi method the evaluation of the products that wish to participate in the business rounds planned by the Superintendence of Control of Market Power is carried out, fulfilling at least 3 basic reference groups such as: commercial legal norms, quality of information And competitive advantages, parameters that make it possible to excel among the other actors of the popular and solidarity economy, and making possible the negotiation with the economic operators.

Key words: Entrepreneurship, Supermarkets, Popular economy, Business round

1. Introducción

En el Ecuador el Plan de Desarrollo del Buen Vivir para el periodo 2013-2017, refiere entre sus objetivos impulsar el desarrollo de la matriz productiva, de tal forma que oriente la conformación de nuevas industrias y la promoción de nuevos sectores con alta productividad, competitivos, sostenibles, sustentables y diversos. La Agenda para la Transformación Productiva del país (SENPLADES, 2013) establece compromisos de construcción de una sociedad democrática, equitativa y solidaria, para ello se reconoce en el Ecuador un sistema económico, social y solidario que en el transcurso de los años gana mayor participación en el mercado generando en el año 2016, cerca de 100 000 empleos en áreas como: asociaciones, emprendimientos familiares y productivos, según datos proporcionados por el Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP), por medio de los Catálogos Dinámicos Inclusivos, la Economía Popular y Solidaria recibió adjudicaciones públicas por el valor de 102 millones de dólares. De acuerdo con la revista Líderes, en el Ecuador, hasta mayo del 2015, se contabilizan 8 154 organizaciones en este segmento, 7 237 están enmarcadas en el sector real: asociaciones, cooperativas de economía popular y solidaria, organismos de integración y comunitarios, constituidas por un grupo de personas pertenecientes a diferentes hogares que se agrupan para compartir recursos, desarrollar procesos de trabajo conjunto, abastecerse de insumos, producir o comercializar colectivamente servicios o bienes de forma autogestionaria, orientadas al intercambio en el mercado u otras formas de comercio justo. (Red Intercontinental de Promoción de la Economía Social Solidaria, 2010: 35).

En esta dirección, desempeñan un papel relevante el desarrollo de nuevos emprendimientos que sean capaces de insertarse en los principales sectores de la economía, dinamizarla y generar fuentes de empleo. Según el informe “Tendencias Mundiales del Empleo”, hasta finales del 2017, se espera más de 200 millones de desempleados en el mundo; en el Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); a diciembre de 2016, la Población Económicamente Activa (PEA), corresponde a 7,8 millones de personas, tasa de empleo adecuado/pleno es del 41,19%, subempleo 19,87% y la tasa de desempleo es del 5,2%.

Según estudios realizados por la Global Entrepreneurship Monitor Ecuador de la ESPOL 2015, el índice de actividad emprendedora temprana TEA es de 33.6%, promoviendo que, de cada 3 adultos, una persona crea un negocio, permaneciendo aproximadamente 42 meses, y tan solo el 17,4% de los negocios establecidos se mantienen, siendo el 76% dedicados al comercio y 51% al mercado doméstico.

Para el desarrollo de los micro y pequeños emprendimientos y su inclusión en las cadenas de supermercados locales y nacionales, en el Ecuador, se promueve a través de la Junta de Regulación de la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado, la Resolución No. 008, donde se emite las “Normas Regulatorias para las Cadenas de Supermercados y sus Proveedores” –Registro Oficial No. 592 del 22 de septiembre de 2015-, que define mantener anualmente el 10% de la facturación de sus compras a proveedores de la economía popular y solidaria, artesana y pequeña y micro industria cuando tengan codificados hasta 10 000 productos, los supermercados que tengan codificados más de 10 000 productos, deberán mantener el 14% de sus compras en favor de los agentes mencionados.

Al entrar en vigencia el manual de buenas prácticas comerciales para el sector de los supermercados y/o similares y sus proveedores, es de aplicación obligatoria para todos los operadores económicos, realizar sus actividades de intermediación comercial en el territorio ecuatoriano; razón

por la cual, la Superintendencia de Control del Poder de Mercado, al plantearse como objetivo controlar el correcto funcionamiento de los mercados, previniendo el abuso de poder de los operadores económicos nacionales y extranjeros y todas aquellas prácticas contrarias a la competencia que vayan en perjuicio de los consumidores, promoviendo el comercio justo, eficiencia en los mercados y contribuyendo al bienestar general de los consumidores y usuarios, la entidad realiza las rondas de negocios para incluir a los micro y pequeños emprendedores de la economía popular y solidaria en las cadenas de supermercados, estableciendo un espacio que reúne a empresarios del sector de bienes de consumo alimenticio y no alimenticio, consumo corriente y las principales cadenas de supermercados del país, quienes receptan ofertas y difunden requerimientos para ser calificados como proveedores, generando expectativas de ventas en volúmenes considerables para solventar su limitada participación en el mercado posibilitando la generación de ingresos para sus familias de escasos recursos económicos y a su vez los operadores económicos dinamizar el comercio.

En este contexto, el micro y pequeño emprendimiento local, predomina un conjunto de insuficiencias, las mismas que son constatadas por la investigación bibliográfica y de campo realizada por Ramírez, B. (2014), durante el periodo 2015-2016, asociada al desarrollo de micro y pequeños emprendimientos, quién describe la insuficiente gestión competitiva sacudidos por la proliferación de la diversidad y variabilidad favorecidas por la dinámica en que se desenvuelve el desarrollo científico tecnológico, que provoca un notable incremento de las formas que asume la complejidad del sistema organizacional; para Araque, W. (2015), las dificultades por el bajo nivel de competitividad son un síndrome común en todo el Ecuador, conjugándose la desventaja en capacidad tecnológica, cambio, innovación, calidad y servicio al cliente que son los mayores problemas que los mismos empresarios reconocen.

Los informes y entrevistas realizadas con los directivos de la Superintendencia de Control del Poder de Mercado en la Provincia de Chimborazo (Boada, J., 2017), resaltan como debilidades: insuficiencia financiera para realizar inversiones, falta de una cultura de cooperación, poco conocimiento del mercado, preferencias de los clientes, ausencia de aplicación de modernas técnicas de ventas, escasa publicidad, débil estructura organizativa, estrategias de ventas empíricas, créditos limitados, insuficiente cultura empresarial, inexistencia de planificación, empirismo en la gestión logística, reducida cultura de innovación, deficiencias en la calidad de los servicios, entre otros.

Por tal motivo, el objetivo de este artículo científico es evaluar los productos que ofertan los micro y pequeños empresarios, adscritos a la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, Zonal 3, como premisa a su participación en la ronda de negocios, organizada por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado.

2. Materiales y Métodos

La realización del estudio tuvo como antecedente el análisis global 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 conformó un grupo de especialistas en el área de: marketing, comercialización y finanzas, en calidad de evaluadores para sustentar el estudio a realizar.

El grupo de trabajo cuya función principal es evaluar los productos de los diferentes emprendedores interesados en participar en la ronda de negocios, convocada por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado; dicha evaluación, es analizada con las bases estadísticas correspondientes.

Los miembros del equipo, al poseer conocimientos sobre el mercado, comercialización, finanzas, emprendimientos, así como: filosofía y métodos, técnicas de trabajo en grupo, entre otras, sustentan el análisis y las decisiones en determinados aspectos del proceso:

Interés en participar en el estudio, emitiendo sus criterios sin perjuicios de ninguna índole.

Poseer una formación de tipo empresarial y en particular de emprendimientos en el contexto de la economía popular y solidaria.

Conocer los requisitos para la inserción en las cadenas de supermercado en el entorno nacional.

Competencia profesional: Poseer un nivel de formación superior, a fin a las teorías y conceptos sobre los que se fundamenta el problema tratado.

Objetividad: Ser profundo y objetivo en los análisis y juicios aportados.

No estar comprometido con los resultados, de manera tal que sus motivaciones e intereses individuales no se superpongan con el problema abordado, evidenciando imparcialidad.

Posteriormente, el grupo valoró los productos ofertados, a través de un instrumento estructurado en cinco partes:

Identificación del emprendimiento: Razón social, nombre del gerente o propietario, localización del emprendimiento, teléfono, nombre del producto o productos a evaluar y tipo de bien de consumo (alimenticio o no alimenticio).

Establecimiento de las normas legales comerciales. La evaluación ejecutada en escala dicotómica (1=Si Cumple, 0=No Cumple). Los requisitos fueron: registro sanitario, etiquetado, 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).

Calidad de la información, constituida por 6 ítems (requisitos): Abastecimiento sostenido del producto, conocimiento sobre la capacidad de producción, conocimiento sobre los costos del producto, características del público objetivo y conocimiento del emprendedor en técnicas de ventas, 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).

Ventajas competitivas: Siguiendo la escala Likert, los requisitos valorados son: tendencia de uso o consumo del producto, potencialidad del mercado, presentación del producto, valoración de la marca, innovación del producto y evaluación sensorial.

Conclusiones y/o recomendaciones de la evaluación.

Para realizar la evaluación en el cumplimiento de los requisitos normas legales comerciales, calidad de la información y ventajas competitivas, el grupo evaluador utilizó una adaptación del Método Delphi desarrollado por Vidal, G. G., & Miranda, E. Z. (2010), que refiere un proceso de preguntas, respuestas y retroalimentación con nuevas preguntas, que después de varias interacciones se alcanza el consenso, determinando un nivel de concordancia, mediante el siguiente

procedimiento:

$$C=(1-Vn/Vt)*100 \quad [1]$$

Donde:

C: Coeficiente de concordancia.

Vn: Votos negativos.

Vt: Votos totales.

El criterio más generalizado es que hay consenso cuando se cumple que: $C \geq 75 \%$.

3 Resultados

Al proceso de evaluación de productos, fueron sometidos 18 participantes voluntariamente, pertenecientes a micro y pequeños empresarios de la Economía Popular y Solidaria, convocados por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado de la provincia de Chimborazo, que desean participar en las rondas de negocios con los operadores e económicos.

Tabla 1. Los productores participantes en el estudio

Nº	Razón Social	Nombre Del Producto	Gerente	Ubicación
1	Asociación de Producción Industrial Licán	Agua Aromática Medicinal Phalcha	Josué Guamán	Riobamba Licán
2	María Hermelinda Sánchez	Máchica, Harina De Cebada	María Hermelinda Sánchez	Riobamba-Santa Ana Norte
3	Soysan	Galleta Artesanal INTILIFE	Marianita De Jesús Auquilla	Riobamba Larrea Entre 10 De Agosto Y Primera Constituyente
4	Nancy Peralvo	Agua Ardiente Artesanal	Nancy Peralvo	Puyo El Triunfo
5	Asoproapichim Apícola Chimborazo	Miel De Abeja	David Yaulema	Riobamba Olmedo y Larrea
6	Semillas Vida	Frutas Secos Amaranto	Verónica Cruz	Riobamba
7	Asociación de Mujeres Quillapacari	Mermelada De Frutas (Zanahoria-Frutas Base)	Delia Paca	Riobamba San Francisco
8	Susana Pico Acosta	Vinos Artesanales Camelier	Susana Pico Acosta	Riobamba
9	Molinos y Pulverización	Plantas Medicinales Pulverizadas	Edison Gutiérrez	Cotopaxi
10	Yya Ice	Helado	Janeth Quishpe	Riobamba-Conduana
11	Gerardo Vizuete	Derivados De La Tuna	Gerardo Vizuete	Chimborazo-Guano
12	Delicias De Papachina	Galletas De Papachina y Quinua	Carlos Pazmiño	Riobamba
13	Asociación Trabajadores Agrícolas Autónomo de Cebadas	Quesos	Alberto Alsalla	Chimborazo-Cebadas
14	Apica	Delicados Marley	Pedro Soria Morocho	Riobamba, Argentinos Y Velasco
15	Producto Vita Villena	Snack Camote	Edgar Villena Chávez	Chimborazo-Penipe

16	COPROBICH	Quinoa Orgánica	Manuel Abemañay Naula	Chimborazo-Cajabamba
17	Fernando'S	Aderezos/Sazonadores	Fernando Soto	Riobamba
18	Asociación Productores Alimenticios ASOPRO-SARIS	Bebida Maíz Morado	Sandra Pagalo	Chimborazo-Calpi

En la Tabla 1, se muestra el listado de productores participantes al proceso de evaluación de productos, pertenecientes a micro y pequeños empresarios de la Economía Popular y Solidaria, convocados por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado de la provincia de Chimborazo.

La valoración del “Cumplimiento de las Normas Legales Comerciales” en función de los emprendimientos participantes, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 2. Cumplimiento de requisitos de normas legales comerciales

No.	Requisitos	Cantidad de empresas que cumplen el requisito	Porcentaje de cumplimiento
1	Registro Sanitario	8	44,44
2	Etiquetado	10	55,56
3	Semaforización	6	33,33
4	Código de barra	9	50,00
5	Contenido Nutricional	11	61,11
6	Composición del producto	11	61,11
7	Peso y medida	15	83,33
8	Fecha de elaboración	10	55,56
9	Fecha de expiración del producto	8	44,44
10	Cuenta con embalaje y Empaque	10	55,56
11	Estandarización en la forma del producto	15	83,33
12	Disponibilidad de Marca propia	15	83,33
13	Disponibilidad de RUC, RISE	18	100,00

Fuente: Resultados de la Investigación.

Elaborado por los autores.

En correspondencia a los resultados (Tabla 2), el 69.2% de los requisitos se cumplen por debajo del 80%. Según se pudo constatar el incumplimiento está asociado al desconocimiento de los trámites correspondientes, insuficiente disponibilidad financiera, ausencia de investigación de mercados, generando un alto nivel de riesgo en los productores en relación a la comercialización de sus productos, insuficiente nivel cultural de algunos productores.

Variable “Calidad de la Información”, se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla 3. Evaluación y cumplimiento de requisitos de la calidad de la información

Requisitos	Evaluación del requisito	Porcentaje de cumplimiento
Abastecimiento sostenido del producto	4,05	81,05
Conocimiento sobre la capacidad de Producción	3,97	79,47
Conocimiento sobre los costos del producto	3,68	73,68
Conocimiento de las características del público objetivo	3,71	74,21
Exposición del Emprendedor (Técnicas en ventas)	3,47	69,47

Los resultados de la tabla 3, muestran las principales insuficiencias están referidas al desconocimiento del mercado por parte del emprendedor, que en general predomina una filosofía enfocada a las ventas y no al cliente. Los emprendedores desconocen las técnicas de ventas y los medios para obtener asesorías en esta dirección; también, hay desconocimiento de los costos reales del producto que venden, no poseen fichas de costos establecidas, aunque el 73,68%, manifestó conocer su costo estimado de producción.

La variable “Ventajas competitivas”, alcanzó la siguiente evaluación.

Tabla 4. Evaluación y cumplimiento de requisitos relacionados con las ventajas competitivas

Requisitos	Evaluación	Porcentaje
Tendencia de uso o consumo del producto	3,78	75,58
Potencialidad del mercado	3,72	74,48
Presentación del producto	3,67	73,49
Valoración de la Marca	3,67	73,45
Innovación del Producto	3,66	73,29
Evaluación Sensorial	3,70	74,06

Fuente: Resultados de la Investigación.

Elaborado por los autores.

La evaluación de los requisitos relacionados con las ventajas competitivas muestra un cumplimiento por debajo del 80%. Se continúa constatando la falta de enfoque al cliente y conocimiento del mercado de los emprendedores. Aunque algunos productos presentan una innovación en su composición nutritiva y sabor, no existe evidencia empírica que dicha innovación sea aceptada por el mercado. Los emprendedores estiman en un 75,58%, que el consumo de sus productos es medio con tendencia al crecimiento. Sin embargo, no disponen de series estadísticas para estimar la demanda, proyectarla o hacer otros análisis.

A continuación, se relaciona la evaluación particular realizado a cada uno de los emprendimientos estudiados con vista a su participación en la ronda de negocios a realizarse en abril 2017, para insertarse en cadenas de supermercados.

1. VINOS ARTESANALES CAMELIER. Al analizar el producto se sugiere que la Superintendencia de Control del Poder de Mercado, garantice que “Vinos Artesanales Camelier”, participe en la ronda de negocios con el compromiso de cumplir con las normas legales comerciales, pues posee potencial en el mercado; la presentación es excelente, y se observa experiencia en el mercado muy valiosa al momento de negociar.

2. ASOCIACIÓN DE MUJERES QUILLAPACARI, MERMELADA DE FRUTAS (ZANAHO-RIA-FRUTAS BASE). Se recomienda la participación en la ronda de Negocios, previo cumplimiento de normas legales comerciales que aún están en trámite, estableciendo un plazo prudencial para una futura revisión; se determina que el análisis sensorial es excelente, el producto se encuentra dentro de la categoría “Muy bueno”.
3. SEMILLAS VIDA FRUTAS SECOS AMARANTO. Es necesario cumplir con las normas legales aun por tramitarse, elaboración de la ficha de costo del producto y propiciar su participación en una próxima ronda de negocios fortaleciendo las ventajas competitivas.
4. ASOPROAPICHIM APICOLA CHIMBORAZO, MIEL DE ABEJA. Es claro que esta empresa se presente en la ronda de negocios, pues tiene diversificación en sus productos, previo cumplimiento de las normas legales en trámite.
5. AGUARIENTE ARTESANAL. Existen debilidades al no cumplir con las normas legales de comercialización, se sugiere potenciar los parámetros de comercialización.
6. SOYSAN GALLETA ARTESANAL INTILIFE. Se identifica la falta de tecnología para procesar el producto, porque existen falencias en la uniformidad del producto final; en el análisis sensorial se determina mejorar el sabor y la calidad de producto, idea y conocimiento es muy buena, excelente técnica de ventas, por lo que se sugiere solventar las debilidades para participar en una próxima ronda de negocios.
7. PRODUCCIÓN DE LA MACHICA. No presentó el producto por lo que valorarlo bajo los parámetros establecidos fue imposible. Por la entrevista se determinó que existe debilidad en la aplicación de las normas legales de comercialización, innovación del producto baja. Se recomienda presentarse en una próxima ronda de negocios, un vez solventadas las debilidades.
8. ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL LICAN, AGUA AROMATICA MEDICINAL PHALCHA. Cumple con todos los parámetros legales comerciales, pero es necesario recomendar a la Superintendencia de Control del Poder de Mercado, invitar a las cadenas naturistas o de medicina en la ronda de negocios que son el mercado objetivo de este producto.
9. MOLINOS Y PULVERIZACIÓN PLANTAS MEDICINALES PULVERIZADAS. Es necesario definir mejor el segmento de mercado al que está dirigido al producto, determinación del mercado objetivo, para que el emprendimiento participe en la ronda de negocios, así como solicitar a la superintendencia, invitar a las cadenas de productos naturistas.
10. APICA DELICIAS MARLEY. Se establece una buena presentación del producto. Las instituciones que apoyan este emprendimiento deberán brindar seguimiento para que la sociedad no se disuelva durante la etapa de producción y venta. Se recomienda la participación en la ronda de negocios,
11. PRODUCTO VITA VILLENA. SNACK CAMOTE. Se sugiere la participación en la ronda de negocios con una mejorara sustancial del producto en cuanto al contenido de grasa del mismo.
12. QUINUA ORGÁNICA. COPROBICH. Se recomienda la participación del producto, es in-

interesante el giro del negocio, al contribuir en la economía de 53 comunidades, exportan 260 toneladas por año, poseen certificación orgánica y buenas prácticas de manufactura. Es necesario elaborar un plan estratégico de marketing dirigido a posicionar el producto en el mercado local.

13. FERNANDO'S ADEREZOS/SALSAS. Se establece por unanimidad participar en la ronda de negociación, previo en determinar los costos incurridos, fortalecer la estructura bajo la temática del merchandising, así también completar con la normativa legal comercial en trámite.

14. ASOCIACIÓN PRODUCTORES ALIMENTICIOS ASOPROSARIS. BEBIDA MAIZ MORADO. Se recomienda la participación en la ronda de negocios, Además es necesario efectuar un estudio de mercado (oferta y demanda) y segmentación de mercado. La idea rescata una bebida ancestral. Se promueve una producción constante con tendencia creciente.

15. ASOCIACIÓN TRABAJADORES AGRÍCOLAS AUTÓNOMO DE CEBADAS, QUESOS CEBADENITO. Se recomienda su participación en la ronda negocios, cumple con todas las normativa legal comercial y se sugiere mejorar la administración del canal de distribución, y ventas.

16. DELICIAS DE PAPACHINA, GALLETAS DE PAPACHINA Y QUINUA. Se sugiere legalizar al producto bajo las normas de comercialización, estandarizar el producto final, brindar asistencia técnica en merchandising, ventas, y proceso de producción.

17. GERARDO VIZUETE DERIVADOS DE LA TUNA. Es necesario fortalecer el producto en temas de marketing, se recomienda presentarse a la ronda de negocios, además

18. YyA ICE HELADO. Se sugiere participar en rondas de negocios, siempre que cumpla con las normas legales comerciales, además de realizar un estudio de mercado apropiado para determinar la oferta y demanda, así como la elaboración de un plan estratégico de marketing.

Discusión

En correspondencia al estudio realizado, el 100% de los productos evaluados refieren falencias en términos de comercialización y enfoque al cliente. Tal es el caso del desconocimiento del mercado meta, publicidad idónea, desconocimiento de las expectativas y satisfacción de los clientes con relación al producto ofertado, entre otras. No obstante, 13 micro y pequeños emprendimientos, que representan el 72% del total evaluado, tienen la mayor potencialidad para negociar con las cadenas de supermercados con vistas a su posible inclusión en dichos canales de comercialización. Asimismo, 5 micro y pequeños emprendimientos, que representan el 28% del total evaluado, no están en condiciones para iniciar un proceso negociador con las cadenas de supermercados. Los mismos no cumplen los requisitos legales, además de tener bajas evaluaciones con relación a la calidad de la información y ventajas competitivas.

A continuación, la Tabla 5, muestra un plan de acciones dirigidas a superar las falencias relacionadas con el desconocimiento del mercado y en particular la satisfacción de los clientes. Las acciones serán desarrolladas por el Observatorio de Economía y Administración de la Facultad de Administración de Empresas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH.

Tabla 5. Plan de acciones.

Objetivo: Alcanzar el 80% de satisfacción de los clientes en relación con los productos ofertados por los emprendimientos analizados en el contexto de la Economía Popular y Solidaria.					
Dificultades	Acciones	Indicadores	Fuente de verificación	Fecha	Responsable y costos
Insatisfacción de los clientes con los productos ofertados	Estudio de expectativas de los clientes	-Cantidad de expectativas de los clientes externos	-Encuestas -Registros	Septiembre 2017	Observatorio de Economía y Administración Costo: 1500 USD
		-Nivel de importancia de las expectativas de los clientes			
	Implementación de herramientas de monitoreo y control de la satisfacción de los clientes	-% de satisfacción de las expectativas de los clientes	Encuestas Registros Entrevistas	Octubre 2017	Observatorio de Economía y Administración Costo: 2500 USD
		-Brecha entre expectativas y percepciones de los atributos de calidad del servicio			

Fuente: Resultados de la Investigación.

Elaborado por los autores.

Conclusiones

Todos los emprendimientos requieren capacitación en técnicas de ventas, marketing, determinación de costos y plan comunicacional

Para lograr que un producto ingrese a las rondas de negocios, con el objetivo de insertarse en cadenas de supermercados locales o nacionales, es indispensable cumplir con la normativa legal comercial establecida en el Manual de Buenas Prácticas Comerciales para el sector de los supermercados y/o similares y sus proveedores; y, la Regulación 014 Normas regulatorias para las cadenas de supermercados y proveedores, por lo que todos los productos que aun poseen algún parámetro en “trámite” es necesario brindar seguimiento por parte de las instituciones pertinentes para su cumplimiento.

Todos los productores requieren asistencia técnica para que en un futuro puedan alcanzar un excelente desenvolvimiento y aceptación comercial, asegurando su participación exitosa en las negociaciones con las cadenas de supermercados.

De los micro y pequeños emprendimientos de la economía popular y solidaria evaluados, el 78% es idóneo para participar en la ronda de negocios organizada por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado, cumpliendo con los requisitos mínimos que establece la normativa vigente.

Referencias

Araque W. (2016). Informe de balance de las PYMES en Ecuador. Observatorio Económico. Universidad Andina Simón Bolívar. Ecuador

Boada, J. (Comunicación personal, 28 de abril de 2016) Riobamba: Ecuador

Diario El Telégrafo. \$ 102'089.630 recibió la economía popular y solidaria con los 'catálogos inclusivos'. [Internet]. 2016. [citado 29 de abril de 2017]; Disponible en: <http://www.el-telegrafo.com.ec/noticias/economia/8/usd-102-089-630-recibio-la-economia-popular-y-solidaria-con-los-catalogos-inclusivos>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2010. Censo Nacional Económico.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2013. Tasas de empleo y subempleo.

Lasio, V., Caicedo, G., Ordeñana, X., & Villa, R. (2016). Global Entrepreneurship Monitor Ecuador. Guayaquil: ESPAE - ESPOL

Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad. (2013). Agenda para la transformación productiva de Ecuador. Recuperado de: [http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Agenda_Productiva\[1\].pdf](http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Agenda_Productiva[1].pdf).

Ramírez Beltrán, C. J., & Alférez Sandoval, L. G. (2014). Conceptual model to determine the impact of visual merchandising in making purchasing decisions at the point of sale. *Pensamiento & Gestión*, (36), 1-27.

Red Intercontinental de Promoción de la Economía Social Solidaria. Guía para el mapeo y revelamiento de la economía popular solidaria en Latinoamérica y Caribe. [Internet]. 2010. [citado 29 de abril de 2017]; Disponible en: http://www.ripesslac.net/recursos_publicaciones/20101204_170921_LIBRO%20GUIA.pdf.

Registro Oficial 555 (2011). Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado. Quito: Ecuador.

Registro Oficial 592 (2015). Normas Regulatorias para las Cadenas de Supermercados y sus Proveedores. Quito: Ecuador.

Registro Oficial 697 (2012). Reglamento a la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado. Quito: Ecuador.

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

Revista Líderes. La economía popular y solidaria gana participación. [Internet]. 2015 [citado 29 de abril de 2017]; Disponible en: <http://www.revistalideres.ec/lideres/economia-popular-cooperativa-gana-participacion.html>

Revistalideres.ec. Economía popular y solidaria de Ecuador creó 100 000 empleos en 2016. [Internet]. 2017 [citado 29 de abril de 2017]; Disponible en: <http://www.revistalideres.ec/lideres/economia-popular-solidaria-ecuador-empleos.html>

Superintendencia de Control del Poder de Mercado. Boletín de prensa N° 214. Ronda de negocios entre proveedores y supermercados se desarrollará en Cuenca. [Internet]. 2016 [citado 29 de abril de 2017]; Disponible en: <http://www.scpm.gob.ec/ronda-negocios-proveedores-supermercados-se-desarrollara-cuenca/>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. 2013. Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Pág. 291.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. 2014. Agenda Regulatoria para la transformación productiva. Pág. 95.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2016. Reporte de Economía Laboral Diciembre 2016. Pág. 3.

Viegelahn, C. (2014). OIT, Tendencias Mundiales de Empleo.

EMPLEABILIDAD EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA ESPOCH Y GENERACIÓN DE PEQUEÑAS EMPRESAS

(EMPLOYABILITY IN INFORMATICS ENGINEERING AT ESPOCH AND GENERATION OF SMALL BUSINESSES)

X. P. Granizo Espinoza(1)*, N. P. Layedra Larrea (2), N. Salazar Alvarez(2)

(1) Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

* Correspondencia: Tel:0996637986, E-mail: ximegranizo@hotmail.com (X. P. Granizo Espinoza)

RESUMEN

El presente trabajo expone los resultados de una investigación realizada con los profesionales graduados de la carrera de ingeniería en sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de las promociones 2010, 2011, 2012 y 2013 sobre su desempeño laboral, en el año 2014, en relación al tipo de empresa a la cual esta vinculada y si este profesional, en base a su formación y las competencias generadas, ha logrado generar una empresa o negocio. EL 53% de los profesionales está trabajando en la empresa privada y su nicho de trabajo se encuentra en la capital del Ecuador, a pesar que su procedencia es de 10 provincias diferentes. Del estudio realizado, solo el 19% ha logrado crear una micro empresa o negocio con un máximo de 5 empleados. La investigación realizada demostró que la carrera de ingeniería en sistemas es eminentemente técnica, solo un número reducido de profesionales pudo crear su propia empresa.

Palabras Clave: Ingeniero en sistemas, empresa privada, competencias, empleabilidad

ABSTRACT

This work presents the results of a research done with the professionals graduated at system engineering school of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) considering the bachelors from 2010, 2011, 2012 and 2013 promotions. This research was done in 2014 and is related to the type of company they work and if the professionals, on the basis of their formation and the generated competitions, have managed to generate a small company or business shop. 53 % of the professionals were employed at the private company and the main city they are involved and work is the capital city (Quito) complete different from the 10 different provinces they come from. Another result obtained is that only 19 % have achieved to create a company or small business shop with a maximum of 5 employees. This research carried out that the engineering of systems engineering is eminently technical, only a small number of professionals could create their own company.

Key words: Informatics Engineering, private company, proficiency, employability

1. Introducción

El mundo contemporáneo ha puesto retos en la educación que implica la globalización y el surgimiento de nuevas economías basadas en el conocimiento, y que ha obligado a adquirir nuevas características ante la necesidad de elevar la calidad en la formación de los individuos aumentando con ello su nivel de empleabilidad inicial (1). Los mapas curriculares de los Planes de Estudio de las carreras de ingeniería, de forma tradicional, han incluido competencias específicas en las asignaturas que los conforman. Sin embargo, los cambios debidos al proceso de globalización en

los mercados laborales, obliga a que se incluyan las competencias genéricas tanto en su perfil de egreso como en sus mapas curriculares (2).

La empleabilidad en las carreras de ingeniería es un estudio que se ha dado en los últimos años a nivel mundial que implica el análisis de las competencias desarrolladas en la carrera. Un informe de la organización McKinsey, que se sirvió de los datos de una encuesta realizada en nueve países, reveló que menos de la mitad de los empleadores (el 43 por ciento) lograba encontrar las competencias que necesitaban entre los trabajadores principiantes (3).

Las competencias específicas y las genéricas representan una combinación dinámica del conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades. Fomentar las competencias es el objeto de los programas educativos. Las competencias se forman en varias unidades del curso y son evaluadas en diferentes etapas. Pueden estar divididas en competencias relacionadas con el área de conocimiento (específicas de un campo de estudio) y competencias genéricas (comunes para diferentes cursos) (4).

Las competencias específicas se derivan de un campo de estudio particular; se requiere establecer o seguir lineamientos para seleccionarlas y describirlas en los programas de estudio conforme a cada asignatura que en su conjunto, conforman el plan de estudios. Las competencias genéricas se aplican a cualquier profesión y están compuestas principalmente por los desempeños relacionados con las dimensiones interpersonales e intrapersonales. En la primera dimensión se establece el conjunto de saberes para desempeñarse adecuadamente en un medio de interacción profesional. La segunda dimensión abarca los procesos de adquisición de conocimientos y el desarrollo personal que impactan en los desempeños profesionales (2).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) plantea que los países de todo el mundo están buscando estrategias para mejorar tanto las perspectivas de conseguir empleo de los jóvenes como la productividad de las empresas. La OIT define la empleabilidad como “las competencias y cualificaciones transferibles que refuerzan la capacidad de las personas para aprovechar las oportunidades de educación y de formación que se les presenten con miras a encontrar y conservar un trabajo decente, progresar en la empresa o al cambiar de empleo y adaptarse a la evolución de la tecnología y de las condiciones del mercado de trabajo” (5).

La empleabilidad es un nuevo enfoque tratado para las carreras de ingeniería que considera como el desempeño es un saber hacer complejo exigente de un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y virtudes que garantizan la bondad y eficiencia de un ejercicio profesional responsable y excelente. (6-8). Analizando el desempeño laboral se determina que toda acción realizada es en respuesta a la responsabilidad de un individuo medido en base a como la ejecuta. La carrera de ingeniería en sistemas de la Facultad de Informática y electrónica (FIE) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) fue aprobada por consejo politécnico el 25 de septiembre de 1992 mediante resolución No 223.HCP.92. Actualmente la carrera tiene un total 245 créditos (incluye el sistema de titulación) que corresponderían a diez niveles semestrales o cinco años. El título que otorga es Ingeniero en Sistemas Informáticos (9).

El estudio se ha realizado tomando en consideración las promociones de los años 2010, 2011, 2012 y 2014. En este período 216 profesionales egresaron de la carrera. La base de datos que reposa en secretaría de la escuela tiene información de contacto de 56 egresados. Con estos datos se determinó que la muestra necesaria para aplicar encuestas considerando el 99% de confianza es de 44 personas.

2.- Materiales y métodos

El estudio se realizó con los estudiantes que se graduaron en la carrera en los años 2010, 2011, 2012 y 2013. En este período 216 profesionales egresaron de la carrera. La base de datos que reposa en secretaría de la escuela tiene información de contacto de 50 egresados. Con estos datos

se aplicó la Ec. 1 para el cálculo de la muestra considerando el 95% de confianza, el 5% de error y se determinó que se requiere realizar el análisis a 44 personas.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 p q} \tag{1}$$

donde:

Z α : es una constante que depende del nivel de confianza

N: Tamaño de la población

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio

q: proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio

n: tamaño de la muestra

Como parte de la investigación, la Escuela de Sistemas organizó el encuentro de egresados en junio de 2014 por las fiestas de la Facultad de Informática y Electrónica. Este evento permitió la integración de estudiantes desde el año 1998, lo que posibilitó la actualización de la base de datos. Se utilizó las promociones últimas, las mismas que cuentan con un nuevo diseño curricular. La base de datos existente, permitió la aplicación de una encuesta online a través de google form y se tuvo una respuesta de 48 profesionales. La encuesta se enmarco en dos áreas: la empleabilidad y el desempeño de la carrera.

La metodología utilizada permitió generar cuadros estadísticos que determinan la empleabilidad de los profesionales tanto en la empresa privada como en la empresa pública y la potencialidad de los graduados de generar sus propias empresas. Los resultados se muestran en el siguiente apartado.

3. Resultados y discusión

Actualmente la carrera de ingeniería en sistemas informáticos de la ESPOCH tiene un total 245 créditos (incluye el sistema de titulación) que corresponderían a 10 niveles semestrales o cinco (5) años. Dentro de su mapa curricular existen 5 asignaturas complementarias: Emprendimiento, Contabilidad, Gestión, Economía y Realidad Socio-económica, correspondiente al 8% de los créditos de la carrera, que les permite desarrollar la capacidad en planificación estratégica, gestión y evaluación de proyectos, capacidad de emprendimiento y capacidad de desarrollar el trabajo en equipo.

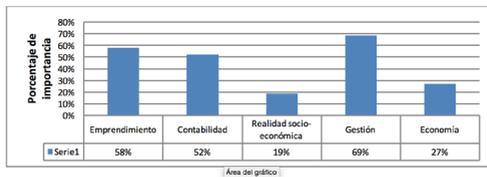


Fig. 1. Importancia de las asignaturas del área financiera en la formación de competencias específicas.

El estudio realizado muestra que Gestión, como muestra la Fig. 1, es la asignatura más importante en el desarrollo de esta competencia con un 69%, sin embargo emprendimiento y contabilidad contribuyen significativamente en la formación profesional con un 58% y 52% respectivamente. Economía y Realidad Socio-Económica no son asignaturas que han insidido o son importantes en el ejercicio profesional del ingeniero en Sistemas.

Las competencias específicas profesionalizantes están distribuidas como lo muestra la Fig. 2, donde el software y la Gestión de proyectos son áreas fundamentales en la formación profesional con 69 y 63% respectivamente. Los ingenieros en sistemas informáticos son eminentemente expertos en desarrollo de software y eso se comprueba con los resultados obtenidos.

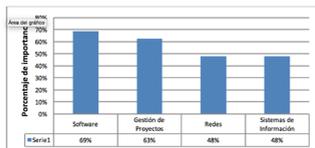


Fig. 2. Importancia de las asignaturas del área profesionalizante en la formación de competencias específicas.

Un segundo análisis realizado es sobre la procedencia de los estudiantes, donde se evidencia como se muestra en la Fig. 3 que la mayor cantidad de personas provienen de Chimborazo, sin embargo existe la presencia de 10 provincias (ver Tabla 1), lo que evidencia la trascendencia de la carrera a nivel nacional.

Tabla I. Provincia de nacimiento de los estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas.

Provincia	Número
Bolivar	2
Carchi	1
Chimborazo	32
Cotopaxi	1
EL Oro	1
Esmeraldas	1
Napo	1
Pastaza	1
Pichincha	4
Tungurahua	4



Fig. 3. Mapa visual de la procedencia de los estudiantes de ingeniería en sistemas

Los estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas, si bien proceden de 10 provincias del país, encuentran trabajo principalmente en dos provincias, pichincha y chimborazo (ver Tabla 2 y Fig. 4). Esto tiene dos interpretaciones, la primera que los profesionales de la carrera de ingeniería en sistemas tienen alta credibilidad y gran aceptación en los principales mercados del país y segundo que la oferta laboral más grande se encuentra en la capital del Ecuador. Un aspecto importante a analizar es que a pesar que los estudiantes provienen de la costa ecuatoriana no existen profesionales en esa región, los sitios laborales se encuentran en la sierra centro norte y el oriente.

Tabla II. Provincia de Residencia de los profesionales de la carrera de ingeniería en sistemas.

Provincia	Número
Bolivar	2
Chimborazo	19
Morona Santiago	1
Napo	1

Orellana	1
Pastaza	1
Pichincha	21
Tungurahua	2

El estudio realizado permitió determinar el porcentaje de profesionales que trabajan en la empresa privada y como se han ido ubicando según el año de graduación y permanecen en el año 2014. La Fig. 4 muestra que los profesionales graduados en 2010 están trabajando más en la empresa privada mientras que aquellos graduados en 2011 trabajan en la empresa pública. Este fenómeno se debe a la transformación de la matriz productiva y al crecimiento económico del Ecuador a nivel estatal, lo que permitió incrementar la oferta laboral en el año 2011. Los graduados en el año 2012 están ubicados en igual proporcional en la empresa privada y pública y los graduados en el año 2013 se ubican más en la empresa privada.



Fig. 2. Mapa visual de las provincias de residencia de los profesionales de la carrera de ingeniería en sistemas.

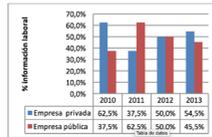


Fig. 4. Información Laboral empresa pública y privada.

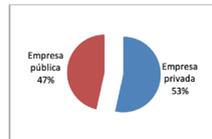


Fig. 5. Información laboral en el año 2014.

La Fig. 5 permite visualizar que los profesionales de la carrera de ingeniería en sistemas se encuentran vinculados en mayor porcentaje a la empresa privada. El estudio también permitió determinar en función de los profesionales trabajando en empresa pública y privada, la información de generación de empresas o negocios.

La Fig. 6 establece en términos generales que los profesionales trabajan más como empleados que generar su propia empresa con un ligero crecimiento para los graduados en los años 2012 y 2013. En términos generales el 19 % de los profesionales graduados entre 2010 y 2013 ha generado su propia empresa (ver Fig. 7). Este dato es muy interesante, dado que 2 de cada 10 profesionales están generando fuentes de trabajo y eso concuerda con las competencias que la carrera pretende fomentar en los estudiantes.

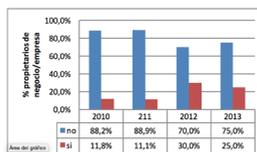


Fig. 6. Información propietarios de empresas/negocios año 2014 en función del año de graduados.

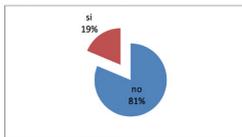


Fig. 7. Información propietarios de empresas/negocios año 2014

4. Conclusiones

En base al estudio realizado y gracias al aporte del Grupo de investigaciones de la ESPOCH AINTO, se determinó el nivel de empleabilidad y las zonas de impacto a nivel país. En la investigación fue importante conocer la opinión de los docentes que trabajaron en este estudio y fue trascendental las respuestas que emitieron los profesionales egresados de la carrera. Según este estudio, las carreras de ingeniería necesitan complementar su currículo con conocimiento y experiencia en áreas de gestión y administrativas que les permitan mejorar su nivel de empleabilidad y la posibilidad de generar empresas.

Del estudio realizado se concluyó que la carrera forma profesionales de software y que los conocimientos de las otras áreas como redes y sistemas de información no son tan trascendentales para determinar el nivel de empleabilidad.

Referencias

- González Valeria Paola, 2015. "Propuesta para la evaluación de la empleabilidad inicial en Ingeniería", Revista Ciencia y Tecnología, Edición 13.
- Segovia Orozco Julie Aideé, Salmerón Guzmán Mirna y Tovar Corona Blanca, 2015. "Importancia de desarrollar competencias profesionales en ingeniería: caso UPIITA", Revista Ciencia y Tecnología, Edición 13.
- McKinsey & Company, "Educación para el empleo: cómo diseñar un sistema que funcione", Centro para Gobierno de McKinsey, 2012.
- Beritone, P., Esquetini, C., González, J., Maleta, M. M., Siufi, G., Wagenaar, R. "Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe final Proyecto Tunning 2004-2007". España, Bilbao, 2007.
- Organización Internacional de Trabajo, "Mejorar la empleabilidad de los jóvenes: la importancia de las competencias clave", 2014. Recuperado de: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_371815.pdf
- Le Boterf Guy, Barzucchetti Serge, Vincent Francine, "Cómo gestionar la calidad de la formación", Gestión, Barcelona, 2000.
- Echeverría B, 2002, "Gestión de la Competencia de Acción Profesional", Revista de investigación educativa, Vol 20. N. 1.
- De La Cruz María Africa, "Taller sobre el proceso de aprendizaje-enseñanza de competencias". Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza. 2003. Recuperado de: <http://www.unizar.es/ice/images/stories/publicaciones/ICE/Col.%20Documentos%2002.pdf>
- Rosero Raúl. "Información Curricular Ingeniería en Sistemas Informáticos". Recuperado de: http://www.espoch.edu.ec/Descargas/Pensum/Informacion_Curricular_EIS_1554b.pdf
- ESPOCH, "Resúmenes de Resoluciones del Consejo Politécnico". Recuperado de: www.espoch.edu.ec/Descargas/.../be3a4d_RESUMEN.-_2006.doc
- Spence Sue, Hyams-Ssekasi, "Denis Developing business students' employability skills through working in partnership with a local business to deliver an undergraduate mentoring programme", Higher Education, Skills and Work-Based Learning, Vol. 5 Iss: 3, pp.299 – 314, 2015
- Ropes Donald, "Management competencies anno 2025: consequences for higher education", Higher Education, Skills and Work-Based Learning, Vol. 5 Iss: 3, pp.258 – 270, 2015

AUDITORÍA INFORMÁTICA DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “FERNANDO DAQUILEMA”, APLICANDO EL MARCO DE TRABAJO COBIT

(COMPUTER AUDIT OF THE “FERNANDO DAQUILEMA” SAVING AND CREDIT COOPERATIVE, APPLYING THE COBIT WORK FRAMEWORK)

F. Vásconez(1)*, F. Molina(2), J. Santillán-Lima(3), E. Cabezas(2), A. Gálvez(2)

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km. 1 ½

(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo

(3) Facultad de Ciencias Administrativas Gestión Empresarial e Informática, Universidad Estatal de Bolívar

RESUMEN

El presente artículo describe los resultados obtenidos a la Auditoría Informática realizada en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Fernando Daquilema Ltda., para determinar y responder como pregunta de investigación si la aplicación del marco de trabajo COBIT mejora significativamente en el cumplimiento de los objetivos del negocio, estos resultados permitieron determinar que el análisis de la aplicación del marco de trabajo COBIT de cada uno de los procesos que tiene en el desarrollo de la auditoría informática de la cooperativa incide significativamente en la consecución de los objetivos, de esta manera ayuda a la creación de concientización del propósito del negocio y de los beneficios de estas prácticas, en la de toma de decisiones sobre qué prácticas utilizar y cómo integrarlas con las políticas y los procedimientos internos, también permite la adaptación de estándares y mejores prácticas a los requerimientos específicos de la entidad financiera.

Palabras claves: Auditoría, COBIT, administradores de negocios, TI, objetivos del negocio.

ABSTRACT

This article describes the results obtained to the IT Audit carried out at the Fernando Daquilema Credit and Savings Cooperative Ltd. to determine and answer as a research question if the application of the COBIT framework improves significantly in the fulfillment of the business objectives, These results allowed to determine that the analysis of the application of the COBIT framework of each one of the processes that it has in the development of the information technology audit of the cooperative significantly affects the achievement of the objectives, in this way helps the creation awareness of the purpose of the business and the benefits of these practices, the decision making process on which practices to use and how to integrate them with internal policies and procedures, also allows the adaptation of standards and best practices to the specific requirements of the financial entity.

Key words: Audit, COBIT, business managers, IT, business objectives.

1. Introducción

Una auditoría ha de definir con precisión el entorno y los límites en que va a desarrollarse; la auditoría informática se complementa con los objetivos de ésta. (1). El Riesgo en auditoría representa la posibilidad de que el auditor exprese una opinión errada en su informe, (2) debido a que los estados financieros o la información suministrada a él estuvieran afectados por una distorsión

material o normativa. (3). En auditoría se conocen tres tipos de riesgos: Inherente, de Control y de Detección. (4).

Una de las características de cualquier actividad auditora está relacionada con las funciones de control. (5). Por ello la participación de la auditoría informática en el sector financiero la constituye la revisión de las aplicaciones informáticas con el objeto de asegurar que cumplan con los criterios funcionales y operativos definidos por la entidad financiera. (6). Los sistemas de información de bancos y entidades financieras tienen entre sus características particulares la de construir fuentes de datos para múltiples agentes externos. (7). La importancia de la auditoría informática es la de garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas, no solo desde la perspectiva de la gestión de la propia empresa, sino también desde la óptica de los clientes. (8,9)

Se debe destacar que las organizaciones informáticas forman parte de la gestión de la empresa y se constituyen en un elemento de apoyo en la toma de decisiones; actualmente, la información institucional se ha convertido en un activo fijo real invaluable similar a la materia prima (10); sin embargo se debe considerar que, a pesar de la capacidad que pueden tener los miembros de la Dirección de Sistemas de la Cooperativa Fernando Daquilema, la cantidad de trabajo, centrado de manera principal en el desarrollo de sistemas y servicios a los socios, sin el personal suficiente hace que necesariamente se tomen alternativas rápidas para ganar tiempo afectando de esta manera la calidad de los servicios que se desean entregar a los socios de la cooperativa.

COBIT 4.0 tiene como misión, desde sus inicios, investigar, desarrollar, publicar y promover un conjunto de objetivos de control en tecnología de la información con autoridad, debidamente actualizados, de carácter internacional y aceptado generalmente para el uso cotidiano de gerentes de empresas y auditores. (11,12).

Los gerentes, auditores y usuarios se benefician del desarrollo de COBIT 4.0, ya que este les ayuda a entender y comprender el nivel de seguridad de sus sistemas TI, (13) además permite definir qué control es el necesario para proteger los activos de sus empresas (14), mediante el desarrollo de un modelo de gobernación TI. (15,16).

El presente proyecto utiliza como base para la auditoría informática al Modelo COBIT versión 4.0, que permite un enfoque distinto y actual de los sistemas, mira en su ámbito global, formado por procesos manuales e informático. (17).

El presente documento está organizado en cuatro partes: una introducción que muestra brevemente la conceptualización, importancia y tenencias sobre auditorías y marco de trabajo COBIT, una sección de materiales y métodos que indica cómo se llevó a cabo esta investigación, una sección de resultados en la que se muestra los datos analizados y las interpretaciones de los mismos, así como el análisis estadístico de los datos, finalmente se dispone de una sección de conclusiones y referencias. Al final del documento se incluyen las Tablas y gráficos requeridos.

2. Materiales y Métodos

La investigación es bibliográfica, aplicativa, analítica, explicativa, con una población conformada por la totalidad de los usuarios (30) que conforman la matriz de la cooperativa Fernando Daquilema, a la cual se aplica el marco de trabajo COBIT; adicionalmente se realizan entrevistas y observación directa para la recopilación de la información, para proceder al análisis, representación e interpretación de la información.

Para verificar el cumplimiento del sistema, éste se basó en la LEY GENERAL DE INSTITUCIONES DEL SISTEMA FINANCIERO, H. CONGRESO NACIONAL, LA COMISIÓN DE LEGISLACIÓN Y CODIFICACIÓN y en el Decreto No. 194, TITULO QUINTO DE LAS OPERACIONES, donde indica:

Artículo 53.- Las cooperativas podrán realizar las operaciones permitidas a éstas en la Ley. Para

la realización de nuevas operaciones o servicios financieros se estará a lo dispuesto en el último inciso del artículo 51 de la Ley.

Artículo 54.- En lo que se refiere a las operaciones vinculadas se estará a lo expresamente establecido en la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero y sus normas de aplicación. Para el caso de las cooperativas de segundo piso la Junta Bancaria expedirá las normas pertinentes.

3. Resultados y Discusión

Al realizar la recopilación de datos, en función de la base legal vigente para las cooperativas, se determina que en cuanto a Operaciones, Servicios Financieros y Operaciones Vinculadas, la institución cumple al 100% con lo estipulado en la ley antes mencionada.

De la revisión del estado físico y funcional de los equipos se obtiene que la mayoría de los equipos se encuentran entre el 75% y 100% de valoración, lo que indica que son óptimas condiciones. Fig. 1.

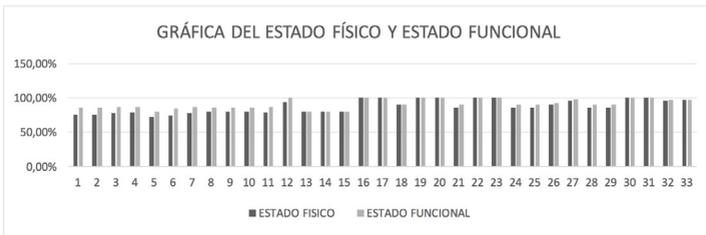


Figura 1.- Estado Físico y Funcional de los equipos

En cuanto al software, se determina que los equipos en su mayor parte tienen programas que no son necesarios; esto representa el 60% y en programas que si son necesarios tenemos un porcentaje de 40%, es por esto que existen demasiados programas innecesarios que se ejecutan al encender el computador por lo que tienen un rendimiento insuficiente a la hora de su utilización y afecta directamente al desenvolvimiento del personal de la cooperativa. (Ver Fig. 2).



Figura 2.- Análisis Software instalado en los equipos

En cuanto al personal, se observa que el 76,66%, que representa 23 de los 30 empleados tienen título universitario y ocupan el cargo de acuerdo al título que poseen desenvolviéndose bien en su área de conocimiento y solo el 23,33% que representa 7 de los 30 empleados no poseen título universitario, pero poseen una gran experiencia en los cargos que desempeñan. Fig. 3.



Figura 3.- Análisis del perfil de los usuarios

Se crea la matriz para observar los riesgos y la importancia que tiene los procesos de COBIT. Ver Tabla 1.

Tabla 1.- Riesgos y la importancia que tiene los procesos de Cobit

Dominio General							
Subdominio a Analizar			Codificación				
Dominio general no requiere análisis			1.- Muy Importante	A.- Alto			
			2.- Algo Importante	M.- Medio			
			3.- No Importante	B.- Bajo			
Importancia			Proceso de TI		Riesgo		
1	2	3			A	M	B
x			PO1	Definir un plan estratégico de TI			
			PO1.1	Administración del valor de TI			
			PO1.2	Alineación de ti con el negocio			
			PO1.3	Evaluación del desempeño actual			
			PO1.4	Plan estratégico de TI		o	
			PO1.5	Planes tácticos de TI		o	
			PO1.6	Administración del portafolio de TI		o	
X			PO2	Definir la arquitectura de información	x		
			PO2.3	Esquema de clasificación de datos	o		
			PO2.4	Administración de la integridad			o
	X		PO3	Determinar la dirección tecnológica		x	
			PO3.1	Planeación de la dirección tecnológica		o	
			PO3.2	Plan de infraestructura tecnológica			o
	X		PO4	Definir los procesos, organización y relaciones de TI		x	
			PO4.1	Marco de trabajo del proceso			o
			PO4.2	Comité estratégico		o	
			PO4.3	Comité directivo			o
			PO4.4	Ubicación organizacional de la función de TI		o	
			PO4.5	Estructura organizacional		o	
			PO4.6	Roles y responsabilidades	o		
			PO4.7	Responsabilidad de aseguramiento de calidad de TI		o	
			PO4.8	Responsabilidad sobre el riesgo, la seguridad y el cumplimiento		o	
			PO4.9	Propiedad de datos y de sistemas		O	
			PO4.10	Supervisión			o
			PO4.11	Segregación de funciones			o
			PO4.12	Personal de TI			o
			PO1.4	Plan estratégico de TI		o	
			PO1.5	Planes tácticos de TI		o	
			PO1.6	Administración del portafolio de TI		o	

X	PO2	Definir la arquitectura de información	x	
	PO2.1	Modelo de arquitectura de información empresarial		o
	PO2.2	Diccionario de datos empresarial y reglas de sintaxis de datos		o
	PO2.3	Esquema de clasificación de datos	o	
	PO2.4	Administración de la integridad		o
X	PO3	Determinar la dirección tecnológica	x	
	PO3.1	Planeación de la dirección tecnológica		o
	PO3.2	Plan de infraestructura tecnológica		o
	PO3.3	Monitoreo de tendencias y regulaciones futuras		o
	PO3.4	Estándares tecnológicos		o
	PO3.5	Consejo de arquitectura		o
X	PO4	Definir los procesos, organización y relaciones de TI	x	
	PO4.1	Marco de trabajo del proceso		o
	PO4.15	Relaciones		o

Aplicando los modelos de madurez desarrollados para cada uno de los procesos TI de COBIT, se podrá identificar a) El desempeño real de la empresa—Dónde se encuentra la empresa hoy, b) El estatus actual de la industria—La comparación, c) El objetivo de mejora de la empresa—Dónde desea estar la empresa y d) El crecimiento requerido entre “cómo es” y “cómo será”. Así, se obtienen los siguientes datos. Ver Tabla 2.

Tabla 2.- Diferencia aplicando los procesos de COBIT en los objetivos del negocio

ID	Indicador	Pre de la implementación	Post de la implementación
E1	PO1	1	5
E2	PO2	0	1
O1	PO3	1	4
E3	PO4	2	4
E4	PO5	1	4
E5	PO6	1	3
E6	PO7	2	4
E7	PO8	1	3
E8	PO9	0	5
E9	PO10	1	4
E10	PO11	0	1
E11	AI2	1	4
E12	AI3	0	1
E13	AI4	0	1
E14	AI5	0	1
E15	AI6	0	1
E16	DS2	0	1
E17	DS3	0	1
E18	DS4	1	4
E19	DS5	1	5
E20	DS6	0	1

E21	DS7	0	1
E22	DS8	1	4
E23	DS9	0	4
E24	DS10	1	3
E25	DS11	0	1
E26	DS12	1	4
E27	DS13	0	1

De la Tabla 2, se puede ver claramente una diferencia significativa aplicando los procesos de COBIT en los objetivos del negocio.

En la Fig. 4, se observa de forma detallada el contraste de la evaluación de los indicadores antes y después de la implementación de COBIT.

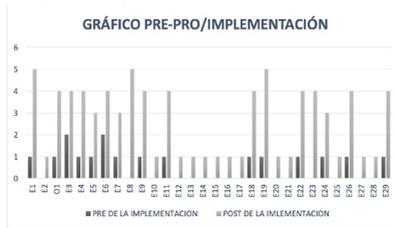


Figura 4: Grafica pre/pro implementación

El análisis estadístico para llegar a responder la pregunta de investigación planteada en el presente trabajo de investigación se la realiza mediante la Prueba de T de Student para dos muestras independientes (antes y después del análisis del marco de trabajo COBIT).

Los cálculos para el análisis parten de la Tabla 2, la misma que contiene el contraste de la evaluación del antes y después del análisis del marco de trabajo COBIT. La ecuación 1 ayudará a encontrar los valores de T:

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{((\sigma_1^2)/n_1 + (\sigma_2^2)/n_2)}} \tag{Ec. 1}$$

Donde:

- \bar{x}_1 = media aritmética antes
- \bar{x}_2 = media aritmética después
- σ_1^2 = varianza del antes
- σ_2^2 = varianza del después
- n_1 = número de muestras del antes
- n_2 = número de muestras del después

Tomando como referencia la ecuación 1 y los datos de la Tabla 2 (contraste de resultados) se obtiene la siguiente Tabla con los valores necesarios para aplicar la fórmula de T de Student. Ver Tabla 3.

Tabla 3.- Datos para el cálculo de T-STUDENT

	Antes	Después
Media	0,5667	2,7
Varianza	0,3920	2,4931
Numero de muestras	30	30

Fuente: Elaborado por los autores

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z = \frac{2,7 - 0,56}{\sqrt{\frac{2,493^2}{30} + \frac{0,394^2}{30}}}$$

$$Z = \frac{2,14}{0,460}$$

$$Z = 4,6$$

Finalizado el cálculo de Z (valor de t de Student), se determina el valor de t de la Tabla de la distribución de t, con un nivel de significancia de 0,0000000001112 y N grados de libertad. A continuación, se calculan los grados de libertad, según la ecuación 2:

$$N = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) \quad (\text{Ec. 2})$$

$$N = (30 - 1) + (30 - 1)$$

$$N = 58$$

El valor de t de Student, obtenido de la Tabla de distribución T, es de $Z_T = 2,6633$ y el valor de T calculado $Z = 4,6$ con estos valores, se determina que $Z_T < Z$, demostrando que la mejora es significativa.

4. Conclusiones

Al analizar el hardware de manera física y funcional, se necesita atención de parte de la cooperativa ya que hay equipos que precisan cambiarse porque se encuentran deteriorados. Al analizar el software se puede determinar que los equipos generalmente tienen una mayor cantidad de programas que no son necesarios; por esto existen programas innecesarios que se ejecutan al encender el computador y tienen un rendimiento insuficiente a la hora de su utilización. Esto impide mejorar el desenvolvimiento del personal de la cooperativa. Se puede concluir que el 76,66% del personal que trabaja en la matriz de la cooperativa posee título universitario y se encuentra en cargos coherentes a las profesiones que poseen.

El análisis del marco de trabajo COBIT de cada uno de los procesos que se realiza en el desarrollo de la auditoría informática de la cooperativa incide significativamente en la consecución de los objetivos ya que los directorios y los gerentes demandan mejores retornos de las inversiones en TI. Por ejemplo, TI entrega lo que el negocio necesita para incrementar el valor de los acreedores, ayuda con la preocupación sobre el creciente nivel de gastos de TI e indica la necesidad de cumplir los requisitos regulatorios para los controles de TI en áreas tales como la privacidad y el reporte financiero.

Luego de aplicar las respectivas encuestas, realizar entrevistas y aplicar la observación, además de realizar el análisis del marco de trabajo COBIT, según los datos analizados en el punto de Resultados, se concluye que, el análisis del marco de trabajo COBIT, en el desarrollo de una auditoría informática, mejora significativamente la consecución de los objetivos del negocio de la cooperativa de ahorro y crédito Fernando Daquilema, aportando en la toma de decisiones sobre cuáles son las prácticas a utilizar y cómo integrarlas con las políticas y los procedimientos internos.

Agradecimiento

Agradecemos a la Cooperativa de Ahorro y Crédito Fernando Daquilema por las facilidades prestadas para el estudio.

Conflicto de intereses

No existen intereses personales por parte de los autores ni de la entidad científica que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados obtenidos.

Referencias

- Véjar, V. L. (2014). El Gobierno TI es el único camino posible para asegurar que las áreas de sistemas contribuyen al éxito de las empresas. *Gobierno de tecnología de Información: Tópicos Selectos de Ingeniería*, 29-38.
- Mingay, S. (2005). COBIT 4.0 is a good step forward. Retrieved October, 18, 2006.
- del Risco, D. M. M., Bolaños, M. Á. G., & Marrugo, P. P. (2011). MÉTODO COBIT Y SU APLICACIÓN. *Revista Teknos*, 7(1).
- Echenique Earcia , J. A. (2015). Auditoría Informática. En J. A. Echenique Earcia, Auditoría informática (pág. 1). Mexico: McGraw-Hill. Recuperado el martes 11 de octubre de 2016, de <http://es.slideshare.net/underman/libro-auditoria-informatica-jose-antonio-echenique>
- Verdun, J., & Rubio, A. (2012). *Modelo de Procesos Integrado de Gobernanza y Gestión de TI*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Pérez, T. V., Velásquez, A. P., & Pérez, Y. P. (2015). Un enfoque de buenas prácticas de gobierno corporativo de TI. *Tecnura*, 19, 159-169.
- Von Solms, B. (2005). Information Security governance: COBIT or ISO 17799 or both?. *Computers & Security*, 24(2), 99-104.
- González, L. (19 de abril de 2012). Auditoría Informática. Obtenido de SlideShare: <http://www.slideshare.net/luismarlmg/auditoria-informatica-12602907>
- Hardy, G. (2006). Using IT governance and COBIT to deliver value with IT and respond to legal, regulatory and compliance challenges. *Information Security technical report*, 11(1), 55-61.
- Ridley, G., Young, J., & Carroll, P. (2004, January). COBIT and its Utilization: A framework from the literature. In *System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on* (pp. 8-pp). IEEE.
- ISACA. (12 de ABRIL de 2012). ISACA. Obtenido de ISACA: <http://www.isaca.org/Groups/Professional-English/cobit-5-use-it-effectively/Pages/ViewDiscussion.aspx?PostID=18>
- Brand, K., & Boonen, H. (2007). *IT Governance based on COBIT 4.1*. Van Haren Publ.
- Van Grembergen, W., De Haes, S., & Amelinckx, I. (2003). Using COBIT and the balanced scorecard as instruments for service level management. *Information Systems Control Journal*, 4, 56-62.
- Molina, F., & Rodríguez, G. (2015). *Digital Preservation and Criminal Investigation: A Pending Subject*. In *New Contributions in Information Systems and Technologies* (pp. 299-309). Springer International Publishing.
- Bodnar, G. H. (2006). What's new in COBIT 4.0. *INTERNAL AUDITING-BOSTON-WARREN GORHAM AND LAMONT INCORPORATED-*, 21(4), 37.
- Tumbajulca Alfaro, E. (4 de julio de 2013). Blog. Recuperado el 12 de 03 de 2016, de Blog: <http://cbitdeerika.blogspot.com/>
- BITCompany. (9 de abril de 2015). CobiT: Un marco de referencia para la información y la tecnología. BITCompany, 1. Recuperado el 12 de 11 de 2016, de <http://www.bitcompany.biz/que-es-cobit/#.WDcYJEad7w8>

FACTORES DEL CONTROL INTERNO QUE DETERMINAN EL RIESGO EMPRESARIAL EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

INTERNAL CONTROL FACTORS DETERMINING BUSINESS RISK IN THE PROVINCE OF CHIMBORAZO

C. A. Villa Maura *, F. R. Samaniego Erazo PhD., D. E. Vargas Ulloa.
Docentes de la Facultad de Administración de Empresas.

*Correspondencia. 0989422699 cvilla@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La investigación se relaciona con la implementación del Control Interno en el sistema empresarial de la provincia de Chimborazo, se evaluó el riesgo y la probabilidad de que éste suceda. En la intervención directa, se utilizó herramientas administrativas, financieras, tecnológicas y normativas, con el objetivo de minimizar el mismo. Para el nivel de riesgo y las debilidades de control interno identificadas, se implementó un Plan de Mejoras Prospectivo. Se usó el método longitudinal, porque los datos y análisis estadístico, originaron mediciones en su ejecución. El estudio, partió de una línea base y en la intervención, se identificó y disminuyó las debilidades. Se analizaron dos variables: Control Interno y Riesgo Empresarial. Con la metodología del Sistema COSO III, se construyeron instrumentos de medición para valorar las dimensiones del Control Interno: entorno de control, evaluación de riesgos, actividades de control, información y comunicación y supervisión. La aplicación de 247 interrogantes y sus evidencias; 86 enfoques; 17 principios y cinco componentes, determinaron que el Sistema de Control Interno, es deficiente y genera un Riesgo Medio, fundamentado en fraudes, estafas, desfalcos, errores, delitos y abusos en el uso de los recursos. El estudio, tuvo un nivel relacional, el Control Interno y el Riesgo Empresarial.

Palabras Clave: Control Interno, Riesgo Empresarial, COSO III.

ABSTRACT

The investigation is related to the implementation of the Internal Control in the business system of the province of Chimborazo, the risk and the probability of its occurrence were evaluated. The direct intervention, used administrative, financial, technological and normative tools, with the aim of minimizing the same. For the level of risk and internal control weaknesses detected, a Prospective Improvement Plan was implemented. The longitudinal method was used, because the data and statistical analysis, originated measurements in its execution. The study, based on a baseline and in the intervention, identified and decreased the weaknesses detected. Two variables were analyzed: Internal Control and Business Risk. With the COSO III methodology, measuring instruments were constructed to assess the dimensions of Internal Control: control environment, risk assessment, control, information and communication and supervision activities. The application of 247 questions and their evidences; 86 approaches; 17 principles and five components, determined that the Internal Control System is deficient and generates an average risk, based on fraud, fraud, embezzlement, errors, crimes and abuses in the use of resources. The study had a relational level, Internal Control and Business Risk.

Keywords: Internal Control, Business Risk, COSO III.

1. Introducción.

El Control Interno y el Nivel de Riesgo Empresarial, son elementos importantes para el bienestar y desarrollo de las instituciones. En este contexto, la investigación propuesta, se desarrolla dentro de las Líneas de Investigación de Auditoría y Control universales. Se investiga el nivel de implementación del Control Interno y el nivel de Riesgo Empresarial, la probabilidad que suceda, así como el impacto que tenga. Una vez que se ha identificado el nivel de riesgo de la empresa, se propone un Plan de Mejoras con herramientas administrativas, financieras, tecnológicas y normativas para minimizar el mismo. La investigación se realiza evaluando la existencia y funcionamiento de los siguientes componentes: la planeación, el presupuesto, los procesos, el riesgo, el Talento Humano, las Tics, los Clientes, el Monitoreo y Evaluación, la Ética, las Normativas que identifican los problemas, su prevalencia, los factores de riesgo, las causas-efecto, se pronostica la probabilidad de sucesos; y, se culmina con la intervención a través de un plan de mejoras. La investigación concluye, con el diseño e implementación de un sistema de Gestión de Riesgo Empresarial, alineado al cumplimiento y alcance de: las estrategias, políticas, objetivos y rendimiento de los recursos diseñado de manera flexible a entornos cambiantes en las organizaciones, mejora su enfoque en la gestión de riesgos nuevos y existentes.

Investigar el Riesgo Empresarial en las empresas de la provincia de Chimborazo, a través de verificar si se implementa o no un sistema de Control Interno, minimizará la posibilidad de fraudes, estafas, desfalcos, errores, delitos y abusos en el uso de los recursos. Para ello, hay que, identificar y caracterizar el problema, medir su magnitud a partir analizar los factores que los causan y los efectos que de ellos se desprenden. Se presume entonces, que el incremento de los niveles de riesgo de las empresas, están asociados a factores internos y externos, por lo que, amerita el presente estudio.

La línea de investigación es el Control Interno, enmarcada en el campo del Control y la Auditoría, base de intervención en las 12 empresas de la Provincia de Chimborazo analizadas, sin diferenciar a empresas públicas o privadas, naturales o jurídicas, lucrativas o no lucrativas, pues, existe la necesidad de controlar los riesgos que tienen, al utilizar sus recursos para alcanzar los objetivos. Los autores de la presente investigación, son profesionales en Ingeniería de Empresas y Finanzas, catedráticos e investigadores universitarios, con experiencia profesional en consultorías, docencia universitaria, desempeñando cargos de Dirección Administrativa y Asesoría, tales como: Direcciones de Planificación, Financiera, Talento Humano, Centro de Transferencia, Centro de Investigaciones, Escuelas, Asesoría a la máxima autoridad institucional, Gerencias en el ámbito regional, entre otros, lo que garantiza, conocimientos y experiencia en el ámbito de la investigación.

Control Interno.

El control interno es definido como un proceso integrador y dinámico, llevado a cabo por la administración, la dirección y demás personal de una entidad, diseñado con el propósito de proporcionar un grado de seguridad razonable en cuanto a la consecución de los objetivos relacionados con las operaciones, la información/Reporting y el cumplimiento. De esta manera, el control interno se convierte en una función inherente a la administración, integrada al funcionamiento organizacional y a la dirección institucional y deja, así, de ser una función que se asignaba a un área específica de una empresa (1).

El término “Sistema de Control Interno”, se refiere al conjunto de acciones, actividades, planes, políticas, normas, registros, procedimientos y métodos, incluido el entorno y actitudes que desarrollan las autoridades y demás funcionarios de una empresa, con el objetivo de prevenir posibles riesgos, así como, la conducción ordenada y eficiente de un negocio, incluyendo adhesión a las políticas de administración, la salvaguarda de activos, la prevención y detección de fraude y error, la precisión e integralidad de los registros contables; y, la oportuna preparación de información financiera confiable (6).

A la empresa se la focaliza como: “...la persona natural o jurídica, pública o privada, lucrativa o no lucrativa, que asume la iniciativa, decisión, innovación y riesgo para coordinar los factores de la producción en la forma más ventajosa para producir y/o distribuir bienes y/o servicios que satisfagan las necesidades humanas y por ende a la sociedad en general” (8) (9).

Las actividades de control, se ejecutan en todos los niveles jerárquicos de la organización, en las diferentes etapas de los procesos, cumplimiento de normas, seguridad en el uso de tecnologías; además, sirven como mecanismos para asegurar la consecución de los objetivos, visión y misión. Según su naturaleza pueden ser preventivas o de detección y pueden abarcar diversas actividades manuales y automatizadas (5) (8) (9).

El Comité de Organizaciones Patrocinadoras de la Treadway Commission (COSO), es una iniciativa conjunta de las cinco organizaciones del sector privado representativas en Estados Unidos, en el campo de la contabilidad, las finanzas y la auditoría interna: 1) American Accounting Association (AAA) – Asociación de Contadores Públicos Norteamericanos. 2) American Institute of Certified Public Accountants (AICPA) – Instituto Norteamericano de Contadores Públicos Certificados (Contadores CPA que forman parte de empresas de contabilidad que hacen auditorías externas de estados financieros). 3) Financial Executive Institute (FEI) – Asociación Internacional de Ejecutivos de Finanzas. 4) Institute of Internal Auditors (IIA) – Instituto de Auditores Internos (Auditores encargados de la evaluación de los sistemas de control interno en el interior de las organizaciones). 5) Institute of Management Accountants (IMA) – Instituto de Contadores Empresariales (Contadores que trabajan en empresas).

El modelo de control interno COSO versión 2013, está compuesto por cinco componentes y 17 principios, que están soportados por los atributos que son las características fundamentales de cada principio (ver Fig. 1.).



Fig. 1: Marco Integrado de Control Interno COSO III.

Fuente: Marco Integrado de Control Interno [5].

COSO III, ha sido creado en función a un criterio multidimensional, que permite procesar varias combinaciones de vectores de información, en campos bien definidos; y, con un acceso inmediato a los datos para su consulta y posterior análisis. Se considera que la información es confiable, precisa y en el momento oportuno (1).

Su estructura es la siguiente:

Dimensión Objetivos

Toda organización debe establecer objetivos como un requisito previo para un control interno eficaz. Los objetivos proporcionan las metas medibles, hacia las que la entidad se dirige al desarrollar sus actividades.

Los objetivos están expresados en la visión, misión y estrategias, que pueden estar elaborados a través de procesos formales como la Planificación Estratégica o de una manera informal, dependiendo del tamaño de la organización; para lo cual, debe desarrollarse un diagnóstico estratégico de factores internos y externos, para controlar y mitigar de manera adecuada los riesgos que afectan a dichos objetivos.

Dimensión Componentes.

Permite que sean más fáciles de entender y que la entidad pueda evaluar si el principio está presente y funcionando en su sistema de Control Interno.

Ambiente de control. Marca el comportamiento en una organización. Tiene influencia directa en el nivel de concientización del personal respecto al control.

Evaluación de riesgos. Mecanismos para identificar y evaluar riesgos para alcanzar los objetivos de trabajo, incluyendo los riesgos particulares asociados con el cambio.

Actividades de control. Acciones, normas y procedimientos, que tienden a asegurar que se cumplan las directrices y políticas de la Dirección para afrontar los riesgos identificados.

Información y comunicación. Sistemas que permiten que el personal de la entidad capte e intercambie la información requerida para desarrollar, gestionar y controlar sus operaciones.

Supervisión. Evalúa la calidad del control interno en el tiempo. Es importante para determinar si éste está operando en la forma esperada y si es necesario hacer modificaciones.

Dimensión Estructura.

Se investiga la estructura de la organización, incluye todos los niveles de la organización: entidad, divisiones, unidades operativas y funciones (internas y externas) (1) (2) (3) (4) (7).

Para el desarrollo de la investigación, se ha realizado una amplia consulta en bases de datos científicas como Centro de Recursos de Investigación Científica, ProQuest para América Latina,

Scientific Electronic Library Online – Scielo, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe - Redalyc, Dialnet, Google Académico; así como, repositorios de Universidades. No se observan estudios significativos sobre Riesgos Empresariales, ni Control Interno, como autores del proyecto. Se evidenció la publicación de un ensayo de Marco Integrado de Control Interno - COSO III, en el que se presenta un marco conceptual y metodológico sobre el Control Interno, donde se aplica la metodología del COSO III y el estudio Sistema de Control Interno para la determinación del Riesgo Empresarial: caso GAD Cantón Guano (10).

Esta investigación tiene como objetivo identificar los factores del Control Interno de 12 empresas de la provincia de Chimborazo, utilizando la estructura de análisis de COSO III presentado en cinco componentes y 17 principios para establecer la relación con el Riesgo Empresarial en el cumplimiento de los objetivos institucionales y el manejo de los recursos.

2. Materiales y Métodos.

El proyecto de investigación, fue experimental con intervención. Una vez identificados los factores de riesgo, se ejecutó un Plan de Mejoras, que permitió desaparecer o disminuir las debilidades detectadas. Con herramientas administrativas, normativas, financieras y tecnológicas, se fortaleció el sistema de Control Interno de manera prospectiva. Los datos que se utilizaron para el análisis estadístico, provinieron de mediciones realizadas por estudiantes egresados de la Escuela de Ingeniería en Contabilidad y Auditoría de la ESPOCH (capacitados), evitando de esa manera, sesgos de medición longitudinal. Existen dos mediciones: antes de la intervención y después de ser intervenida.

Según el Registro de Contribuyentes del Servicio de Rentas Internas, en la provincia de Chimborazo, existen 165 instituciones públicas y 3.461 organizaciones privadas categorizadas como Sociedades (11).

Organizaciones Públicas: Gobiernos Seccionales, Hospitales, Direcciones Distritales, Direcciones Provinciales, Institutos Tecnológicos, Universidades y Escuelas Politécnicas, Empresas Públicas; y, otros.

Organizaciones Privadas en las áreas: Educativas, Agrícolas, Financieras, Cooperativas de Transporte, Cooperativas de Ahorro y Crédito, Telecomunicaciones, Comerciales, Turísticas, Hotelera, Deportivas, Fundaciones, Combustibles; y, otros. Agrupados en gremios como: Cámara de Industrias, Centro Agrícola de Riobamba, Cámara de Turismo, Cámara de la Construcción, Cámara de la Pequeña Industria, Cámara de la Pequeña Minería, Cámara de Distribuidores Derivados de Petróleo de Chimborazo y Cámara de Comercio integrados a través de la Corporación de Cámaras de la Producción de Chimborazo.

La investigación, se sustentó en un Caso, en el ámbito de la gestión. La población de estudio fueron 12 empresas de la provincia de Chimborazo. Las unidades administrativas intervenidas, fueron: Planificación, Administrativa, Financiera, Obras Públicas, Desarrollo Económico Local y Social. El análisis se aplicó a la gestión de las unidades indicadas, partiendo de los registros normativos y de operaciones.

En el presente trabajo, se utilizaron instrumentos de medición para valorar las dimensiones del sistema de Control Interno, tales como: columnas de: principio, punto de enfoque, pregunta,

nombre y rol del entrevistado, calificación, comentarios, evidencias y observaciones; y, filas los componentes de: Ambiente de control con cinco principios, 19 enfoques y 56 preguntas; Evaluación de riesgos con cuatro principios, 27 enfoques y 42 preguntas; Actividades de control con tres principios, 16 enfoques y 50 preguntas; Información y comunicación con tres principios, 14 enfoques y 68 preguntas; Supervisión y Monitoreo con dos principios, 10 preguntas y 31 preguntas; dando un total de 17 principios, 86 enfoques y 247 preguntas. Para evaluar el coeficiente Alfa de Cronbach, se selecciona el promedio de los 17 principios obteniendo el siguiente resultado (ver Tabla 1):

Tabla 1. Análisis de fiabilidad.

Alfa de Cronbach	Principios
93,5%	17

La encuesta aplicada, es sincrónica, documento en el cual, todos los evaluados responden a un cuestionario heteroadministrado. Los encuestadores, leen las preguntas al evaluado, de esta manera, se evitan sesgos de interpretación, así como, el que no contesten o se demoren al hacerlo; paralelamente, se exige la presentación de evidencias para determinar el grado de cumplimiento, con lo cual se evitaron valoraciones subjetivas.

Tabla 2. Escala de medición del cumplimiento.

Nivel	Definición
Nivel 1	No se cumple
Nivel 2	Se cumple insatisfactoriamente
Nivel 3	Se cumple aceptablemente
Nivel 4	Se cumple en alto grado
Nivel 5	Se cumple plenamente

Para obtener el valor final del Control Interno, se aplica el siguiente análisis estadístico a las variables categóricas (ver Tabla 3):

Tabla 3. Algoritmo de valoración del Control Interno.

VALOR DE LOS ENFOQUES
$\frac{\sum_{j=1}^{j=n} preguntas\ j}{n}$ donde $1 \leq preguntas \leq 5$
VALOR PRINCIPIOS
$\frac{\sum_{j=1}^{j=n} enfoques\ j}{n}$
VALOR COMPONENTES
$\frac{\sum_{j=1}^{j=n} principios\ j}{n}$
VALOR FINAL
$\frac{\sum_{j=1}^{j=n} componentes\ j}{n}$

3. Resultados y Discusión

Tabla 4. Medidas de tendencia central.

Estadístico	Control Interno	Riesgo
Mediana =	2,5	1,5
Moda =	2	1

Tabla 5. Intervalos de confianza para la media (95%).

Estadístico	Media	Error estándar	Intervalos de confianza
Control Interno	2,5	0,151	2,205 ; 2,795
Riesgo	1,5	0,151	1,205 ; 1,795

Tabla 6. Comparación de frecuencias entre grupos

	Control Interno				Total	
	Deficiente		Satisfactorio			
Riesgo	N	%	N	%	N	%
Alto	6	100%	0	0%	6	50%
Medio Alto	0	0%	6	100%	6	50%
Total	6	100%	6	100%	12	100%

Discusión

De la literatura especializada consultada, se encuentra una fuerte relación entre el Control Interno y el Riesgo Empresarial. Tras revisar la evidencia científica disponible hasta la fecha, no se han encontrado datos sobre la asociación entre el Control Interno y el Riesgo. Entonces, uno de los objetivos de la investigación, es demostrar la relación entre las dos variables.

Los resultados del estudio determinan que, las 12 empresas intervenidas, tienen un nivel de Control Interno Deficiente; sus intervalos de confianza son: mínimo 2,205 y máximo 2,795 (ver Tabla 5), lo que genera que, se mantiene dentro del nivel deficiente; la variable Riesgo, se mantienen en los niveles medio bajo, que implica, que existe una amenaza fundamentada además, la probabilidad de que algo negativo suceda o que algo positivo no suceda; la ventaja de una empresa, es que se conozca claramente los riesgos de forma oportuna para que se tenga la capacidad de tratarlos.

El hallazgo más importante que se puede extraer de este trabajo, es la confiabilidad de los instrumentos de medición de Control Interno utilizados. El 93,5% de confiabilidad, una incidencia deficiente del Control Interno en las 12 empresas intervenidas de la provincia de Chimborazo.

4. Conclusiones.

El Nivel de Sistema de Control Interno, en las empresas analizadas, es DEFICIENTE, generando un Riesgo Medio Bajo, que significa una amenaza fundamentada en fraudes, estafas, desfalcos, errores, delitos y abusos en el uso de los recursos. La investigación, se desarrolla en el nivel relacional, analizando dos variables: el Control Interno y el Riesgo Empresarial, existiendo una probabilidad de error del 0,532 % para que exista una diferencia entre ellas, demostrando la existencia de una estrecha relación entre Control Interno y Riesgo Empresarial.

Se recomienda:

Continuar con el proyecto de investigación, dentro de la línea de investigación de Auditoría y Control. Es necesario implementar un Plan de Mejoras para fortalecer el Sistema de Control Interno, que permita desaparecer o disminuir las debilidades y, realizar un control de calidad en todas las organizaciones intervenidas. De esta manera, se garantiza el manejo de los recursos, con eficacia, eficiencia y calidad. El cumplimiento de objetivos, metas, misión, visión y, la aplicación

de normativas enmarcadas en la Ética, para el logro de un ambiente institucional favorable.

Bibliografía

- Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway. (2013). Marco Integrado de Control Interno COSO III. Obtenido de 1. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. (<https://www.coso.org/Pages/default.aspx>)
- Auditools. (01 de 06 de 2016). principios-de-control-interno-segun-coso-iii. Obtenido de <https://www.auditool.org/blog/control-interno/>
- Barquero, R. (2013). Manual práctico de Control Interno. España: Profit.
- Carvala, A. y. (2013). Herramienta integrada de control interno y administración de riesgo. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Fonseca, O. (2011). Control interno para Organizaciones. Lima: Instituto de investigación en Accountability y Control – IICO.
- International Federation of Accountants. (2002). NIA 6 Evaluación de Riesgo y Control Interno. Quito: Edi-Ábaco Cía. Ltda.
- Isotools. (01 de 06 de 2016). metodologia-coso-iii-gestion-riesgos. Obtenido de <https://www.iso-tools.org>
- Estupiñan, R. (2006). Administración o Gestión de Riesgos ERM y la Auditoría Interna. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Estupiñan, R. (2015). Control interno y fraudes. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Villa, C. (2017) Marco Integrado de Control Interno - COSO III. Investigar Vol. III:34
- Servicio de Rentas Interna. (01 de 03 de 2017). Contribuyentes Activos de Chimborazo. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/home>

NEUROMARKETING UTILIZANDO UN ELECTROENCEFALOGRAMA PARA DETERMINAR LA PERCEPCIÓN VISUAL EN EL CONSUMO DE LA LECHE

(NEUROMARKETING USING AN ELECTROENCEPHALOGRAM TO DETERMINE THE VISUAL PERCEPTION IN THE CONSUMPTION OF MILK)

J, Vasco*, C, Delgado, M, Rodríguez, J, Sánchez, A, Santillán

Grupo de Investigación Innova MKT, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

Escuela de Ingeniería en Marketing, Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Dirección postal EC060155

*Correspondencia. Tel.: 0995275001, Fax: 2998200 Ext. 191, E-mail: jorgev1209@gmail.com (J, Vasco)

RESUMEN

Los avances científicos y tecnológicos a través del tiempo han permitido comprender e incorporar el conocimiento del cerebro y la inteligencia a las tareas diarias, identificando un gran potencial en el interior del ser humano. La finalidad del trabajo investigativo fue acercar la Neurociencia al mundo empresarial. Se observó los procesos mentales del cliente en sus decisiones de compra. La Neurociencia combinada con el Marketing permite entender el comportamiento del consumidor y como sus decisiones van más allá de ciertos estímulos publicitarios. Por una parte, la Neurociencia pretende explicar el origen de las funciones nerviosas, como el pensamiento, emociones, actitudes y como éstas reaccionan ante ciertos estímulos publicitarios. El Marketing, por su lado, busca adaptar de manera eficiente las técnicas y estrategias publicitarias en donde se observan cuáles son esos estímulos que determinan que un consumidor adquiera o no un producto. Se determinó como, la percepción y las emociones, juegan un papel primordial en el consumidor de la leche en la provincia de Chimborazo con la utilización de equipos biométricos para determinar niveles de atención que permitan una decisión de compra o de consumo del producto señalado anteriormente.

Palabras Clave: Neuromarketing, percepción, sentidos, estrategias, experiencias.

ABSTRACT

Scientific and technological advances over time have made it possible to understand and incorporate brain knowledge and intelligence into daily tasks, identifying a great potential within the human being. The purpose of the research was to bring neuroscience to the business world. The mental processes of the client were observed in their purchasing decisions. Neuroscience combined with Marketing allow to understand the behavior of the consumer and how their decisions go beyond certain advertising stimuli. On the one hand Neuroscience aims to explain the origin of nerve functions, such as thinking, emotions, attitudes and how they react to certain advertising stimuli. Marketing by its side seeks to efficiently adapt advertising techniques and strategies understanding what are those stimuli that determine whether a consumer acquires a product or not. It was determined how the perception and the emotions, play a primordial role in the consumer of milk in the province of Chimborazo with the use of biometric equipment to determine levels of care that allow a decision to purchase or consumption of the product indicated above.

Key words: Neuromarketing, perception, sense, strategies, experiences

1. Introducción

El propósito de la investigación fue el análisis y evaluación de los procesos mentales del individuo con respecto al consumo de la leche utilizando un equipo biométrico que mide los niveles de atención a través de ondas cerebrales.

El Neuromarketing ha sido un tema de gran interés especialmente de quienes trabajan en el área del mercadeo y de las empresas que buscan mejorar sus estrategias publicitarias, que no solo llamen la atención e informen sino que les permitan cerrar una venta.

Toda organización está consiente que para lograr la satisfacción, es fundamental conocer, que es lo que realmente necesita el consumidor, por su parte el Marketing en su búsqueda por conocer cuáles son esas necesidades y poder satisfacerlas, se asistió en la Neurociencia, y al converger estas dos disciplinas dio origen al Neuromarketing, que permite analizar y evaluar como el consumidor actúa, percibe y toma decisiones frente a ciertos estímulos en sus sentidos, y su búsqueda a través de procesos mentales para preferir un producto o descartar otro.

Se explicó como la percepción visual ante la presencia de varias marcas de leche influye en las decisiones de consumo mediante una evaluación de los niveles de atención con un electroencefalograma que mide frecuencias cerebrales.

Las últimas orientaciones del marketing se libran en la mente del consumidor y no en el mercado, pues en ella es donde rigen las emociones y percepciones, por tanto surge la necesidad de comprender como estos factores se activan y actúan al momento de decidir por uno u otro producto.

A medida que el tiempo transcurre, nuevos avances tecnológicos han ido apareciendo, y con ellos nuevas disciplinas que van cambiando la forma de ver, hacer, y comprender lo que sucede dentro del ser humano. Es aquí donde surge el Neuromarketing, que une dos disciplinas modernas: el Marketing y la Neurociencia. La primera que según lo planteado por Kotler y Armstrong, es una filosofía gerencial según la cual los objetivos organizacionales son alcanzables en la medida que se identifiquen las necesidades y deseos de los consumidores [1], y la segunda, que estudia los procesos cerebrales cuando el individuo entra en contacto con un estímulo. Dicho esto se puede decir, que el Neuromarketing es una disciplina moderna que combina las técnicas del Marketing con los avances de la neurociencia para predecir el comportamiento o conducta del consumidor, cuando éste entra en contacto con un estímulo.

Para la psicología un estímulo es cualquier cosa que influye efectivamente sobre los aparatos sensitivos de un organismo viviente, incluyendo fenómenos físicos internos y externos del cuerpo. Estos aparatos sensitivos son los sentidos por medio de los cuales se percibe la realidad externa. Así también resulta importante comprender que es percepción, según Schiffman percepción es “como vemos el mundo que nos rodea”. Dos individuos podrían estar expuestos a los mismos estímulos aparentemente en las mismas condiciones; sin embargo, la forma en que cada uno de ellos los reconoce, selecciona, organiza e interpreta constituye un proceso altamente singular, basado en las necesidades valores y expectativas específicos de cada persona. [2],

Para, Hawkins, percepción “Son aquellas actividades por las que un individuo adquiere y atribuye significado a los estímulos. [3]

Para, Goldstein “Percepción es una experiencia sensorial consciente” [4], en el siguiente diagrama (Fig. 1), se explica cómo se realiza el proceso de percepción:

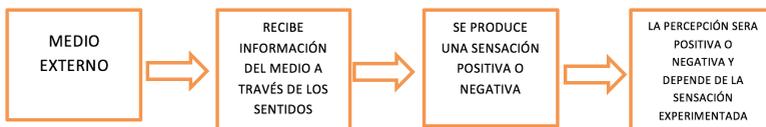


Fig. 1. Proceso de Percepción

Se puede decir que la percepción es un proceso por el cual las personas interpretan una sensación de forma propia y particular, influenciada por los estímulos que recibe del medio externo y fundamentada en las necesidades, expectativas y valores individuales que existen en su interior. Los individuos reciben información del medio externo a través de nuestros sentidos, luego de lo cual se advierte lo que se conoce como sensación, que es “la respuesta inmediata de la información recibida por los órganos sensoriales ante un estímulo” [5], es entonces la sensación experimentada la que determina la percepción. Por tanto si se quiere que los clientes tengan una buena apreciación de los productos, las estrategias de mercadotecnia estarán encaminadas a crear sensaciones positivas antes durante y después del proceso de compra de un producto o servicio.

Otro aspecto importante que se debe tomar en cuenta, es el papel que cumplen las emociones en el proceso de compra. Según Kanemann, “la mayoría de los procesos de decisión de compra están influenciados por la parte emocional de nuestro cerebro” [6]; es decir, que cuando el cliente relaciona el producto o servicio con aspectos de tipo emocional como: la familiaridad, el placer, cariño, afecto, entre otras, tendrá mayor predisposición para adquirirlo y resultará más difícil que éstos se borren de su memoria, por tanto las estrategias deberán plantearse de tal forma que el cliente asocie el producto, con hechos sustanciales o significativos para él, lo que provocará un mayor nivel de recordación de la marca. De allí, la importancia que tiene el estímulo de los sentidos, al momento de elegir un producto, se observa que en el pasado quedan las campañas promocionales en donde se resaltaba solo el packanging (envase) del producto, donde se activa únicamente el sentido de la vista. Hoy en día se debe provocar un impacto multisensorial en el cliente; mientras más placenteras y emotivas sean las experiencias que éste tenga, mejores serán las sensaciones que reciba y por ende más positiva será la percepción o imagen que el cliente se haga del producto o servicio.

Lo expresado anteriormente respalda lo expuesto por Braidot, cuando dice que, un producto “es una construcción cerebral” [7], puesto que es en la mente donde se procesa la información y se construye una imagen propia y singular del producto; la misma que depende de las características físicas del mismo, de las experiencias anteriores que ha tenido el individuo y de las que se van dando durante el proceso de compra.

Pero realmente qué es lo que motiva a un individuo a comprar un producto?; ante todo se debe tener claro ¿qué es motivación?. Se entiende por motivación según lo refiere Maslow, “como la razón por la cual un individuo realiza determinada actividad o acción, la motivación es el conjunto de estímulos que impulsan a una persona a realizar determinadas acciones y a persistir en ellas para su culminación”. [8]

2. Materiales y métodos

La realización de la investigación tuvo como antecedente el análisis del comportamiento del consumidor en la leche al estimular la percepción visual con una serie de pruebas de estímulo con un EEG (electroencefalograma) de Neurosky encargado de medir los niveles de atención del cliente. Este equipo determinó algunos parámetros de focalización visual de 3 marcas de leche en donde se analizó los procesos mentales del individuo para determinar su decisión de compra.

En el estudio se trabajó con docentes del área de: marketing, programación neurolingüística, comercialización; para determinar algunas muestras representativas en la feria de macají 2017 a realizarse en el mes de Abril en la ciudad de Riobamba

El grupo de trabajo tiene como finalidad analizar el comportamiento en el consumo de la leche en la provincia de Chimborazo, con esta investigación inicial para determinar el avance real de

la neurociencia empresarial.

Estudios en el ámbito de la neurociencia han enfocado su interés en lo que se conoce como sistemas de recompensa, que son zonas del cerebro que al ser estimuladas positivamente éstas generan cierto grado de placer en el individuo, en donde se producen recompensas bioquímicas agradables, liberando grandes cantidades de dopamina, motivándolo a repetir la acción que le produjo esa sensación. Según el neurólogo Manfred Spitzer, “Las personas se motivan cuando consideran que algo es bueno, y lo consideran bueno porque reciben o recibirán una recompensa”. [9] De allí que las estrategias de marketing estarán orientadas a encontrar esos factores que activen el sistema de recompensa en los individuos, puesto que sin recompensa no existe motivación y si no hay recompensa, no hay acción, afirma Scheier [10], esto demuestra en su opinión que el ser humano es un ser movido más por emociones que por instintos. Entre la emoción y la acción se interpone el sistema de recompensa. Así, el valor de recompensa que pueda ofrecer una marca resulta decisivo.

De igual forma, otros estudios, han demostrado que los individuos a nivel neurológico aprecian las ganancias y las pérdidas de manera diferente. Kahneman afirma que cuando se elige, no se hace de forma objetiva y que al momento de comprar, el individuo siente cierto grado de temor ante la pérdida, [6] es decir prefiere sacrificar una ganancia si esto significa reducir el riesgo de perder algo. Se dice que es mucho más fuerte la percepción de la pérdida, que el de la ganancia. Por tanto se procura motivar a los individuos a través de mensajes publicitarios que resalten no solo los beneficios intrínsecos o funcionales del producto sino también su valor simbólico, con un ingreso a los sentimientos y experiencias pasadas; de esta manera, se reduce la percepción de sacrificio o pérdida y se equilibra con el sacrificio relacionado con el precio.

Con el Neuromarketing las empresas desean ingresar a nuevos mercados, dando lugar a la formulación de estrategias que le permitan cambiar rutinas, tendencias y hábitos de compra de los clientes de esta manera poder acceder a los procesos mentales del consumidor y apoyar ese análisis para el cierre en las decisiones de compra.

Por medio del Neuromarketing se pueden perfeccionar las técnicas y procedimientos publicitarios que permitan la comprensión de la mente y la conducta de las personas algo que hoy en día puede suponerse el reto más importante para el Marketing; después de todo el objetivo principal de las organizaciones debe ser ofrecer a los consumidores productos que mejoren su calidad de vida y esto se logrará cuando se conozcan qué es lo que realmente los motiva y necesitan de un producto o servicio.

El Neuromarketing es el uso de la ciencia cerebral para medir el impacto del marketing en los consumidores. Estas técnicas se basan en principios científicos sobre cómo los seres humanos realmente piensan y deciden, ya que las emociones son relevantes al tomar decisiones y se utiliza el conocimiento para mejorar la eficacia de la comercialización. Para el Neuromarketing, la comprensión del proceso perceptivo es fundamental, ya que lo que entiende el cliente se transforma en la verdadera realidad; comprendiendo en sí las verdaderas necesidades del consumidor.

3. Resultados y Discusión

El consumo de lácteos está influido por la disponibilidad de información sobre sus ventajas individuales y colectivas. Hay un cierto desfase entre la expansión de la producción de leche y su demanda efectiva. Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), actualmente se producen a diario unos 5,4 millones de litros de leche en Ecuador. De este monto, 4 millones de litros son comercializados en los distintos mercados; de donde 2,8 millones de litros son transformados por industrias formales que procesan derivados; y 1,2 millones de litros son vendidos informalmente para elaborar quesos artesanales. A su vez, se conoce que

unos 1,4 millones de litros quedarían en las haciendas para autoconsumo y para alimentación de terneros.

En este estudio se utilizó un electroencefalograma para analizar ondas cerebrales y niveles de atención al introducir al sujeto a estímulos visuales con respecto a marcas de leche consideradas las más importantes en el mercado local y nacional.

Las empresas analizadas fueron Parmalat, Nutrileche y La Lechera con cada una de sus marcas, obteniéndose los siguientes resultados:

La hipótesis sobre la apreciación visual sobre una u otra marca de leche será el punto de partida y deberá ser validada mediante un estadístico de prueba siendo este chi-cuadrado y la prueba de T de Student para muestras relacionadas. Se tuvo así un patrón de estudio estadístico.

La comprobación de la hipótesis parte del cálculo de la media, mediana y moda del total de las muestras tomadas con el equipo biométrico de Neuromarketing ubicadas en el punto FPI del frontal, realizadas a un grupo de 50 personas sobre la apreciación visual de la leche de marca: Parmalat, Nutrileche y La Lechera, como se ve en la Tabla 1.

Tabla 1. Media, Mediana y Moda las muestras de apreciación visual de leche

		Parmalat	Nutrileche	Lechera
N	Válido	50	50	50
Media		62,20%	65,80%	61,80%
Mediana		60,00%	60,00%	60,00%
Moda		80%	60%	60%

Elaborado por: Los autores

Los valores estadísticos más relevantes para determinar un rango con el que se va a trabajar serán de la desviación estándar y la media como se ve en la tabla 2. A continuación

Tabla 2. Principales valores estadísticos

	Parmalat	Nutrileche	Lechera
Error estándar de la media	2,946	2,392	2,598
Desviación estándar	20,829	16,914	18,371
Rango	80	70	60

Elaborado por: Los autores

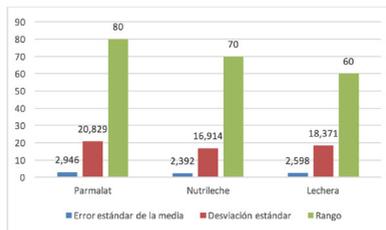


Fig. 2. Principales valores estadísticos

El análisis muestra un histograma con una distribución de frecuencia centrada por tal razón la hipótesis se validará en el centro de la distribución con un rango estimado por la desviación estándar de cada grupo de muestras. Tales valores serán 60, 70 y 80 por englobar el 86% del total de los datos obtenidos.

Se cruzan las tablas de valores con una apreciación del consumidor por una u otra marca de leche,

se emplea un estadístico de prueba (chi-cuadrado y prueba t para muestras relacionadas) y la estimación del p-valor. Hay que considerar que el nivel de significancia para aceptar una hipótesis debe ser < 5% o Sig. < 0.05

Las variables se cruzaron como sigue:

- Parmalat vs Nutrileche
- Parmalat vs Lechera
- Nutrileche vs Lechera

Tabla 3. Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.	
Par 1	Parmalat678 & Nutri678	25	,843	,000
Par 2	Parmalat678 & Lechera678	25	,881	,000
Par 3	Nutri678 & Lechera678	25	,858	,000

Elaborado por: Los autores

Tabla 4. Prueba de muestras emparejadas

	Muestras emparejadas	Superior	T	Gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Parmalat678 - Lechera678	5,622	3,674	24	,001
Par 2	Nutri678 - Lechera678	4,692	3,055	24	,005
Par 3	Nutri678 - Lechera678		-,811	24	,425

De la estimación del p – valor o significancia según el método t se puede concluir que existe una apreciación visual entre la leche Parmalat y Nutrileche, de la misma manera existe una apreciación visual por leche Parmalat y La Lechera; pero no existe ninguna apreciación visual por la leche Nutrileche y La Lechera.

Esto conlleva a pensar que hay preponderancia por la leche Parmalat por los consumidores, sin embargo, se debería realizar estudios gustativos, olfativos y kinestésicos a través de ciertos estímulos de percepción para adquirir resultados más extensos y precisos, e identificar los sistemas representativos favoritos de los consumidores de la leche.

4. Conclusiones

El proceso de decisión de compra es emocional y no racional. La forma en la que perciben los individuos el medio externo es particular, por lo que la imagen que se forma de las marcas en este caso particular visual es personal y única enfocada en su nivel de atención.

La percepción que se haga el individuo de la marca de leche depende de la sensación experimentada, el individuo tiene más predisposición para la compra cuando relaciona el producto con aspectos de tipo emocional a través de sus recuerdos. Este proceso de búsqueda entre sus recuerdos almacenados y las representaciones mentales a través de los sentidos, hallan una experiencia de referencia de la cual se deriva una conducta o reacción actual acerca del consumo de la leche.

Existen mayores probabilidades de recordación de la marca cuando el individuo asocia el producto, con hechos sustanciales o significativos para él. Una campaña publicitaria será efectiva si los mensajes son enviados directamente hacia los sistemas de recompensa del cerebro, donde existe una relación con aspectos positivos y placenteros.

Con el Neuromarketing se pretende conocer cuáles son las verdaderas necesidades de los clientes y crear campañas publicitarias a la medida de esas necesidades y deseos. Las personas consideran que un producto es bueno y tiene predisposición para comprarlo, cuando a más de recibir el beneficio funcional, recibe a cambio una recompensa. El propósito del Neuromarketing es aprovechar

el estudio de los procesos cerebrales para aplicarlos a la relación empresa consumidor y buscar un beneficio mutuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Kotler, P y Armstrong, G. Fundamentos de Marketing. 6° Ed. México: Ed. Pearson Prentice Hall; 2003
- [2] Schiffman, L y Lazar L. Comportamiento Del Consumidor. 8° Ed. México: Ed. Pearson Educación; 2005
- [3] Hawkins, D. Comportamiento del Consumidor. Construyendo estrategias de marketing. 9° Ed. México: Ed. Mc Graw Hill; 2004
- [4] Goldstein. E. Sensación y percepción, Mexico: International Thomson Editores; 1999
- [5] Matlin, W.; Foley, M. y Hugh J. Sensación y percepción, México, Prentice Hall Hispanoamericana; 1996
- [6] Kahneman, D. La justicia y los Supuestos de la Economía. La Economía cuasi racional; 1999
- [7] Braidot, N. ¿Por qué tus clientes se acuestan con otros si dicen que les gustas tú?. Barcelona: Ediciones Gestión; 2015
- [8] Maslow, A. Motivaciones y Personalidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 1991
- [9] Manfred, S. Aprendizaje, Conciencia y Escuela de la vida. Barcelona: Omega; 2005
- [10] Scheier, M. y Charles, S. , Teorías de la Personalidad (3ª e.) . Madrid: Prentice Hall Hispanoamericana; 2011

LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL Y SU IMPORTANCIA EN LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO. EL CASO DE LAS PYMES EN ECUADOR

CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY AND ITS IMPORTANCE IN THE MANAGEMENT OF THE SUPPLY CHAIN. THE CASE OF SMES IN ECUADOR

J., Sánchez* (1), D. Pazmiño, (2), J., Vasco (3), C., Delgado (4)

- (1) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (2) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
- (3) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (4) Esc. de Ingeniería en Marketing Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

*Correspondencia. Tel.: 0995562029, Fax: 032940541, E-mail: carolina_9000@hotmail.com (J., Sánchez)

RESUMEN

El presente documento tiene como principal objetivo, analizar la importancia del papel que desempeñan las pymes en el desarrollo económico y social del Ecuador y como la responsabilidad social aplicada a la gestión de la cadena de suministro, se convierte en una alternativa eficaz que contribuye a la permanencia de este tipo de empresas en mercados globales de fuerte competencia y exigente demanda, donde el contar con ventajas competitivas que robustezcan la propuesta de valor de las empresas que las diferencien de las demás, es vital, sobre todo para aquellas que no cuentan con la estructura de capital ni la liquidez como es el caso de las micro y pequeñas empresas.

Palabras clave: Responsabilidad Social Empresarial, cadena de suministro, ventaja competitiva, pymes

ABSTRACT

The main purpose of this document is to analyze the importance of the role played by SMEs in Ecuador's economic and social development and how social responsibility applied to supply chain management becomes an effective alternative that contributes to the Companies in global markets with strong competition and demanding demand, where having competitive advantages that strengthen the value proposition of companies that differentiate them from others, is vital, especially for those that do not have the Capital structure and liquidity, as is the case of micro and small enterprises.

Key words: Corporate Social Responsibility, supply chain, competitive advantage, pymes

Introducción

Integrar la responsabilidad social empresarial en la gestión de la cadena de suministro, significa dar respuesta a las preocupaciones económicas, sociales y medioambientales de la sociedad en las actividades empresariales. En este contexto, tanto empresas grandes como pequeñas deben responder a la sociedad por la labor que vienen desempeñando. En el caso de las Pymes ecuatorianas, principal motor de la economía del país, la adopción de prácticas de responsabilidad social se ha convertido más que en una exigencia en una necesidad, en el sentido de que este tipo de prácticas aporta con una serie de ventajas competitivas, a la vez que permite una reducción de costos de producción, relaciones más estrechas y de confianza con los stakeholders, mejora la imagen de la empresa, el posicionamiento de sus productos y sobre todo permanencia en el mercado. De allí la necesidad de crear mecanismos o herramientas de este concepto que se ajusten a la realidad de la pyme ecuatoriana.

1.- La Responsabilidad Social un estudio cronológico.

La literatura académica en materia de Responsabilidad Social Empresarial ha permitido dividir su evolución en tres periodos o etapas que son referenciadas a continuación.

Desde el siglo XVIII y primera mitad del siglo XX . Primer Periodo

Es posible identificar una era progresiva en los orígenes del concepto de Responsabilidad Social, que comprende desde los planteamientos de Adam Smith en 1776 hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, resumiendo en tres, las posturas que plantearon las bases de la responsabilidad de las empresas: a) La filantropía; b) La coacción legal; y c) La conducta moral. (1)

Más adelante, es Andrew Carnegie con su obra: “El evangelio de la Riqueza” publicada en 1889, donde destaca la importancia del rol que cumplen las empresas respecto del bien común y los aportes que estas pueden realizar a la atención de las necesidades o problemáticas desde una óptica de la filantropía empresarial.

Otros acontecimientos importantes durante este período y que de alguna manera fue fortaleciendo la Responsabilidad Social como tal, fue la creación de importantes organismos internacionales, entre los que se destaca la Organización del Trabajo (OIT), la creación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y en 1947, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), con el objetivo de promover el desarrollo económico y social de estos países.

Segunda mitad del siglo XX. Segundo Periodo.

En este periodo, tanto las empresas, como las personas empiezan a tomar conciencia sobre la importancia de un cambio de actitud frente a la problemática social, reconociendo que se está ocasionando graves daños al entorno, logrando captar su interés para dar solución a estas necesidades.

A medida que el siglo XX avanza, se hace visible una interrelación entre estado, empresa y sociedad. Entre la década de los 70 y 80 se crean diversas organizaciones, declaraciones y tratados con el objeto de lograr en las sociedades respeto al medio ambiente y a los derechos de las personas. Entre ellas, sobresale, Greenpeace fundada en 1971 en Vancouver, Canadá, es una ONG presente en más de 40 países, centra sus esfuerzos en campañas sobre asuntos tales como el calentamiento global y la deforestación entre otros.

Para la década de los 90 y al igual que en décadas anteriores nuevos acontecimientos como la firma de tratados y creación de organismos, van consolidando de a poco el fenómeno de la Respon-

sabilidad Social. En el año 1990 entra en vigor el Tratado Internacional de las Naciones Unidas sobre los derechos del niño. En 1993 se funda Transparencia Internacional, organización sin fines de lucro, dedicada a combatir la corrupción a nivel nacional e internacional.

Para el año 1994 entra en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Es importante resaltar que uno de los acontecimientos más relevantes de esta década fue la creación del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, que nace como una iniciativa internacional para promover la responsabilidad social empresarial en las áreas de derechos humanos, normas laborales, medio ambiente y lucha contra la corrupción.

Es a partir del año 1999 donde las sumas de todos estos acontecimientos van afianzando cada vez más el tema de la Responsabilidad Social a nivel internacional.

Inicios del siglo XXI hasta la actualidad. Tercer Período

Durante este periodo específicamente en el año 2000, se crea el Libro Blanco sobre responsabilidad ambiental, en él se reafirma el interés de la Unión Europea, sobre aspectos medioambientales. Entre el 2010 y el 2011 el hecho más sobresaliente constituye la actualización de las Líneas Directrices de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), que son recomendaciones dirigidas por los gobiernos a las empresas multinacionales que operan en países que tienen su sede en ellos.

Es notable como organismos y empresas, a través del tiempo han hecho conciencia de su participación en la sociedad, involucrándose cada vez más en los problemas que la aquejan y reconociendo a la vez que sobre sus hombros no solo está una responsabilidad de carácter utilitaria sino también de carácter social, de hecho, la responsabilidad social no es sólo de la empresa, sino de las diversas organizaciones sociales.

1.2.- La Responsabilidad Social Empresarial en la Cadena de Suministro

La cadena de suministros se refiere al conjunto de actividades integradas y coordinadas de forma estratégica y sistemática que involucra un trabajo colaborativo entre proveedores, fabricantes, mayoristas, distribuidores, detallistas hasta llegar al consumidor o usuario final, donde cada uno de los integrantes de la cadena puedan llegar a concebir acuerdos que les permitan obtener ventajas competitivas, a través de una gestión eficiente de recursos, productos e información, a fin de colocar los requerimientos de insumos o productos en el tiempo preciso al menor costo, y buscando siempre la satisfacción del cliente. (2-4)

El conocimiento, las competencias y capacidades que aporten cada uno de los integrantes de la cadena, se enriquecen a medida que éstos se van combinando, fruto de esta interacción, se van generando mejores capacidades y nuevos conocimientos que llevados a la práctica se traducen en ventajas competitivas. (5).

No se debe confundir el concepto de gestión de la cadena de suministro con el de logística integral, puesto que ésta última constituye solo una parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implanta, y controla la eficiencia y efectividad de los flujos y almacenamiento de bienes, servicios, e información desde el punto de origen al punto de consumo. Mientras que la gestión de la cadena de suministro fluye directamente desde arriba, requiere de un proceso de decisiones estratégico, el éxito de la gestión dependerá de cuan eficiente y eficaz sean las políticas y estrategias que adopte la dirección. (6)

La gestión de la cadena de suministros involucra los siguientes procesos: la gestión de la demanda, de la producción, desarrollo de productos, aprovisionamiento y compras, comercialización, relación y servicio con el cliente, sistemas de información, gestión de pedidos y de inventarios. (7)

No obstante, el enfoque integrador de la cadena de suministro refuerza la interacción y su influencia con sus stakeholders, de allí que los impactos que se generen producto del accionar de la empresa pueden ser positivos o negativos. En respuesta a lo anterior se hace necesario sumar a estos procesos uno de gestión de responsabilidad social, que no solo se preocupe de los problemas medioambientales y manejos de desechos, sino que además permita mejorar el diálogo y relación con los miembros de la cadena, reforzar la estrategia de negocios, prevenir riesgos laborales, uso eficiente de los recursos, (humanos, financieros y materiales), reducir costos, posicionar los productos con atributos de sostenibilidad.

Fig. 1. Responsabilidad Social Empresarial en la Cadena de Suministro



Fuente: Elaboración propia

Es importante que toda organización sin importar su tamaño, realice una evaluación de sus impactos tanto económicos, social y medio ambiental, de esta forma la responsabilidad social que se asuma determinará su relación, imagen y compromiso con sus stakeholders, bajo esta misma línea una buena gestión de la cadena de suministros no solo que mejora su reputación como organización, sino que la vuelve más competitiva y tiende a mejorar la relación con sus grupos de interés. Las empresas pueden contribuir al desarrollo sostenible no sólo a través de la adopción de prácticas en sus operaciones, sino también mediante el trabajo con su cadena de suministro, permitiendo reducir riesgos para la compañía, mitigación de impactos y maximización de la eficiencia, pero además contribuye a la implementación de prácticas sustentables.

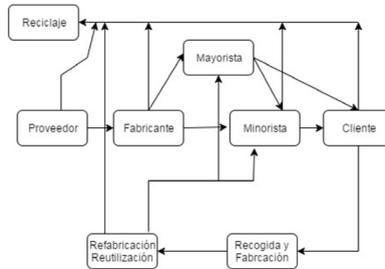
Las grandes empresas hoy en día están conscientes de que para mantenerse competitivas e integradas a los sectores más dinámicos de la economía, deben demostrar que cuentan con socios confiables y alineados con las exigencias de su entorno de allí la exigencia de cumplimiento de estándares de RSE a sus cadenas de suministros, constituidas principalmente por PyMEs. (8)

La implementación de políticas de responsabilidad social robustece la propuesta de valor de la compañía al reflejar su compromiso con sus stakeholders tanto internos como externos. Son varias de las razones para incluir la responsabilidad social en la gestión de la cadena de suministro, pueden ser desde económicas, personales o hasta morales. La sostenibilidad puede generar un valor económico para la empresa, ya que aumenta ingresos y reduce costes. Los ingresos pueden aumentarse mediante un incremento en las ventas debido a una reputación mejorada, y los costes pueden ser disminuidos a través de mejoras en el proceso y menores sanciones. (9)

Atendiendo a lo anterior una de las prácticas que se vinculan con la responsabilidad social em-

presarial aplicada a la GCC, es el de la logística inversa o verde, que constituye un factor clave no solo por motivos medioambientales, sino que al orientar el flujo de productos y materiales desde el punto de consumo (clientes) hacia el punto de origen (fabricantes, proveedores) se puede recuperar el valor que todavía poseen dichos productos o materiales, y reutilizarlos, minimizando los impactos ecológicos y financieros. (10)

Fig.2. Procesos de recuperación en la Cadena de suministro Inversa



Fuente: Elaboración propia a partir de (Balli, 2010)

La utilización de la logística inversa como estrategia de RSE, genera grandes beneficios en la cadena de suministro, puesto que permite desarrollar prácticas amigables con el medio ambiente, aumenta el potencial de la productividad y la rentabilidad de la empresa así como el beneficio para la comunidad. (11)

Si bien es cierto se pudiera suponer que el tema de la responsabilidad social está ligada únicamente a las grandes compañías, por ser las primeras en incorporar este concepto a su modelo de negocio, sin embargo, esto no es así. De acuerdo a la norma internacional, ISO 26000, toda empresa u organización debería promover la responsabilidad social en su cadena de suministro, desarrollando una serie de acciones, tales como: integrar en sus políticas y prácticas de compra, distribución y contratación criterios éticos, sociales, ambientales y de igualdad de género, así como de salud y seguridad.

Hoy en día las adopciones de procesos logísticos socialmente responsables son cada vez más frecuentes en todo tipo de empresas, porque han comprendido que la adopción de una gestión socialmente responsable, no solo que le da mayor confianza al cliente, mejora la imagen de la empresa, reduce costos, sino que vuelve a sus negocios más competitivos y sostenibles.

1.3.- la Responsabilidad Social como ventaja competitiva, aplicada a la gestión de la cadena de suministro en las Pymes del Ecuador

Las PYMES en el Ecuador cumplen un papel fundamental en la economía, su contribución a la generación de empleo, a la, exportación y comercio, al fomento del emprendimiento, y su flexibilidad de adaptación, las convierte en factores claves para el desarrollo económico y social del país.

Según el último Censo Económico de 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), del total de empresas en el país, el 95,4% corresponde a microempresas; el 3,8%, a pequeñas; el 0,6 %, a medianas; y, el 0,2%, a grandes. Sin olvidar que el 25% del PIB no petrolero corresponde a lo producido por las pymes y más del 50% de las plazas de trabajo en Ecuador

proviene de una pyme. (12)

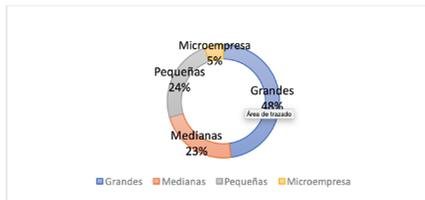
Tabla.1 Distribución de la empresa ecuatoriana por tamaño de ventas y empleo registrado.

EMPRESAS	Ventas (millones de dólares)	Empleo (miles de trabajadores)
Grande	120.488	843
Mediana	25.041	399
Pequeña	17.703	426
Micro	1.209	96

Fuente: Elaboración propia a partir de (INEC, 2010)

De los datos que arrojan estos estudios se determina que si bien es cierto las empresas grandes del país generan mayores ingresos, son las pequeñas y medianas las que generan un mayor empleo, Ver Fig.2

Fig. 3. Aporte de las Empresas ecuatorianas a la generación de empleo. Años 2009-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de, (INEC, 2010)

El desempeño de las pymes y su permanencia en el mercado está íntimamente ligado al ambiente económico por el que atraviesa el país. En las fases de crecimiento y expansión se crean nuevas empresas, aumenta el consumo y, por tanto, las ventas. Mientras que, en un proceso de recesión, las pymes suelen ser las primeras en sentir el efecto de la desaceleración y disminución del consumo, pues no tienen ni la estructura de capital ni la liquidez de una empresa grande para sostener los malos momentos que atraviesa un mercado.

Lograr su permanencia en el mercado, ha sido una preocupación constante para la pyme ecuatoriana, sobre todo para aquellas que surgen producto del emprendimiento, y que no cuentan con la experiencia y las ventajas que posee una empresa grande lo que da lugar a la necesidad de buscar mecanismos que les permita ser más competitivas y poder hacer frente a los retos de un mercado global, competitivo y a una demanda cada vez más exigente.

En respuesta a lo anterior surge la necesidad de articular a la gestión empresarial de la pyme ecuatoriana una gestión de responsabilidad social, que le aporte ventajas competitivas. No obstante investigaciones anteriores realizadas por organismos internacionales como es el caso del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), destaca como principales barreras para la aplicación de la RSE empresarial en la Pyme Latinoamericana, a la falta de recursos financieros, la falta de recursos humanos, ausencia de apoyo público, además del desconocimiento sobre este concepto entre los empresarios, lo que provoca que la consideren como una actividad ajena a la empresa, entre otros (13).

De igual forma en otro informe presentado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), también se identifican una serie de limitaciones para la implementación de ésta práctica entre las Pymes Latinoamericanas, entre ellas : El desconocimiento de ciertos empresarios que no entienden la relación entre gestión empresarial, social y medioambiental, el no contar con sistemas o capacidades internas que les permitan mejorar su gestión, las dificultades de financiamiento, la confusión de prácticas filantrópicas con una gestión socialmente responsable, ausencia de mecanismos de mercado que promuevan la difusión de este concepto, programas y herramientas de RSE que no se ajustan a la realidad de este tipo de empresas. (14).

Otros estudios como los de (IPES, 2006; Prohumana, 2006) coinciden que los principales factores que limitan la adopción de prácticas socialmente responsable en las pymes, 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. (15-16)

En el caso del Ecuador , los resultados de las investigaciones anteriores a nivel local, no distan de los presentados por los organismos internacionales, de ellos los estudios realizados por (Alomoto et al 2014; Ruvin 2011; Camacho, 2014) evidencian que en el país, las Pymes ecuatorianas han escuchado de la RSE pero desconocen la profundidad del concepto, su aplicación se ve limitada por factores como: desconocimiento del concepto, recursos financieros limitados, desconocimiento de las herramientas e instrumentos para su aplicación, carencia de alianzas estratégicas con los diferentes actores locales, apreciación de que la RSE es una práctica ligada solo a las grandes empresas, falta de promoción, difusión, y capacitación por parte de organismos públicos y privados, e incertidumbre al momento de asumir riesgos. En lo relacionado a la responsabilidad social aplicada a la gestión de la cadena de suministro no se evidencian prácticas sostenibles, son muy pocas las empresas que aplican la logística inversa o verde, unas pocas realizan prácticas de reciclaje de productos y desechos y otras limitan el concepto a una buena relación con sus clientes, proveedores y distribuidores. Entre los factores que limitan la aplicación de la RSE a la GCC se encuentran: la falta de experiencia, deficiente innovación, deficientes procesos logísticos, recursos financieros limitados, marco legal regulatorio, las nuevas tecnologías, la falta de talento y recurso humano, entre otros. Adicional a esto se demostró que las pocas prácticas de responsabilidad social y sustentabilidad surgen de iniciativas propias por parte de los empresarios y que además tienden a confundir el concepto con prácticas filantrópicas. (17, 18, 19)

Bajo los resultados que presentan las investigaciones realizadas por organismos internacionales y locales sobre este tema, se debe plantear el hecho de que la adopción de este concepto no se debe tomar de manera prescriptiva sino que requiere de un proceso de cambio, atendiendo primero a la solución de estas barreras o limitaciones para luego crear instrumentos de RSE que se adapten a las particularidades de la pyme tanto latinoamericana como ecuatoriana.

2.- Materiales y Métodos

La investigación se caracteriza por presentar un enfoque de tipo cualitativo - cuantitativo, donde en un primer momento se realizó un contraste sobre las teorías existentes sobre las variables objeto de estudio, permitiendo al investigador a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico, plantear el punto de partida de la investigación, la muestra teórica incluyó el proceso de recolección de datos para lo cual se seleccionó, codificó y analizó la información del estudio de casos anteriores . En este contexto las metodologías utilizadas fue la heurística o de descubrimiento. De este modo, según el propósito de la investigación, el estudio es de tipo

descriptivo puesto que permitió identificar los elementos clave o variables que inciden en un fenómeno y ; explicativo ya que permitió descubrir los vínculos entre las variables y el fenómeno estudiado.

3.- Resultados

Tabla. 2. Limitantes que influyen en la aplicación de los conceptos de Responsabilidad social en la Pyme Latinoamericana

Limitaciones internas	Limitaciones externas
Dificultades de financiamiento o recursos limitados	Ausencia de apoyo público y privado
Falta de capital humano	
Desconocimiento sobre el concepto de RSE por parte de los empresarios	Inestabilidad política y económica del país
Apreciación de los empresarios al considerar esta actividad como ajena a la empresa.	Programas y herramientas de RSE que no se ajustan a la realidad de este tipo de empresas
Creencia de que esta práctica la realizan únicamente las empresas que causan impactos ambientales negativos	Bajo nivel de asociatividad o de alianzas entre las organizaciones y la comunidad
Confusión de prácticas filantrópicas con una gestión socialmente responsable	Marco legal y tributario poco favorable para estas actividades
Concepción de que ésta práctica no aportan ningún beneficio a la organización	La globalización que obliga a las empresas a reducir sus costos y ser competitivas con respecto al precio, lo que incrementa la presión para el no cumplimiento de actividades de RSE que requieren inversión y financiamiento.
Ausencia de recursos tecnológicos	
Capacidad nula para gestionar la comunicación a sus públicos sobre sus prácticas y políticas de RSE.	
Apreciación de que esta práctica se aplica solo a empresas grandes y de bastos recursos	

Elaboración propia a partir de CEPAL (2010), BID (2005), Prohumana (2009), IPES (2007)

Tabla.3 Limitantes que influyen en la aplicación de los conceptos de Responsabilidad Social y Cadena de Suministro de las Pymes del Ecuador

Responsabilidad social empresarial	Cadena de Suministro
Desconocimiento del concepto	Desconocimiento del concepto y falta de experiencia
Recursos limitados	Deficiente innovación
Desconocimiento de las herramientas e instrumentos para su aplicación.	Deficientes procesos logísticos
Carencia de alianzas estratégicas con los diferentes actores locales.	Recursos limitados
Apreciación de que la RSE es una práctica ligada solo a las grandes empresas.	Marco legal regulatorio
Falta de promoción, difusión, y capacitación por parte de organismos públicos y privados.	Desconocimiento de las nuevas tecnologías
Incertidumbre y temor al momento de asumir riesgos	Escaso apoyo de agencias gubernamentales

Carencia de recurso humano que conozca del tema	
Confusión del concepto con prácticas filantrópicas.	

Elaboración propia a partir de Alomoto et al. (2014); Ruvin (2011); Camacho (2014)

4.- Discusión

Es indudable como el concepto de Responsabilidad Social aplicado a la cadena de suministro constituye una oportunidad estratégica en la gestión de las Pymes del Ecuador que ante una situación de marcada competencia y una necesidad apremiante de subsistencia en el mercado, le resulta imprescindible contar con elementos que las diferencie y las vuelva más competitivas. No obstante, del estudio se desprende que las pymes ecuatorianas enfrentan una serie de limitantes muy similares a las que enfrentan las pymes Latinoamericanas, estas barreras obstaculizan la incorporación de esta práctica en su estrategia empresarial, de estas el desconocimiento real y práctico del concepto de RSE constituyen la principal limitante, lo que a su vez se traduce en incertidumbre y temor al momento de asumir riesgos por parte del microempresario. Si bien es cierto las prácticas socialmente responsables en la empresa ecuatoriana han sido motivadas y gozan de ciertos incentivos por parte del Estado ecuatoriano, esto no ha sido suficiente, puesto que al ser una práctica de tipo voluntaria se hace necesario ampliar programas de promoción, difusión, capacitación e incentivos hacia todas las pymes del país.

5.- Conclusiones

- La incorporación del concepto de Responsabilidad Social en la cadena de suministro de las Pymes, da lugar a la creación de ventajas competitivas, demostrando así, ser la mejor estrategia para impulsar el cambio a una gestión organizacional más eficiente y sustentable.
- Las Pymes son actores importantes en el desarrollo de la economía del Ecuador, su desempeño y permanencia en el mercado está íntimamente ligado al ambiente económico por el que atraviesa el país.
- La puesta en práctica de una gestión socialmente responsable en la cadena de suministro no se limita únicamente a las operaciones de las grandes empresas, si no que se extiende también a las pequeñas empresas que buscan garantizar su permanencia y crecimiento en el mercado.
- Las Pymes en el Ecuador encuentran serias limitaciones para asumir estos retos, la falta de conocimiento, recursos, herramientas, alianzas estratégicas, entre otros, dificulta la incorporación de estos conceptos a su gestión empresarial.

Referencias

1. Windsor. D. 2001. Corporate Social Responsibility: A theory of the Firm Perspective, The Academy Management review. Vol.: 26, pg. 501, 502
2. Simental, C. Factores críticos para la administración de la cadena de suministros (SCM) en empresas del estado de Nuevo León [Tesis para obtener el grado de Maestro]. Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; 2005.
3. Gillyard, A. The relationships among supply chain characteristics, logistics and manufacturing strategies, and performance [Tesis doctoral].2003
4. Hadley, S. (2004) Making the supply chain management business case. Strategic Finance, 85, pp. 28-35.
5. Hwang Yeong-Dong, Lin Yi-Ching, Jung Lyu Jr (2008), The performance evaluation of SCOR sourcing process—The case study of Taiwan’s TFT-LCD industry. Int. J. Production Economics

115. pag 411– 423

6. Vilana J. La gestión de la cadena de suministro. Dirección de operaciones. Nota técnica. [Internet]. 2011 [citado 18 de abril 2017]. Disponible en http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75237/componente75235.pdf
7. Zerón F. El enfoque de la cadena de suministros y su gestión. Contribuciones a la Economía. [Internet]. 2012 [citado 23 de abril 2017]. Disponible en www.eumed.net/ce/2012
8. Fernández, P. La responsabilidad Social en la Cadena de suministro. Pacto Global. Red de Chile. [Internet]. 2014 [citado 26 de abril 2017]. Disponible en <http://www.pactoglobal.cl/2014/la-responsabilidad-social-en-la-cadena-de-suministro/>
9. Strandberg L. La responsabilidad social corporativa en la cadena de valor. Universidad de Navarra. [Internet]. 2010 [citado 26 de abril 2017]. Disponible en <http://www.iese.edu/research/pdfs/ESTUDIO-123.pdf>
10. Balli B. La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento. [Internet]. 2010 [citado 26 de enero 2017]. Disponible en <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Archivos/la%20logistica%20reversa%20o%20inversa%20basilio%20balli.pdf>
11. Gómez M, Rodríguez A, Correa E., Alexander A., Vázquez H., Laura S. (2012). Logística inversa un enfoque con responsabilidad social empresarial. Criterio Libre Vol 10 N° 16. Bogotá: Colombia.
12. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Panorama Nacional y Empresarial del Ecuador. [Internet]. 2012 [citado 19 de mayo 2017]. Disponible en http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Panorama%20Laboral%202016_final2908.pdf
13. Banco Interamericano de Desarrollo. Responsabilidad Social de la empresa en la Pyme Latinoamericana [Internet] 2005 [citado 19 de mayo 2017]. Disponible en <http://www.cumpetere.com/Documents/RSE%20en%20PyMEs.pdf>
14. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Cambio y oportunidad: la responsabilidad social corporativa como fuente de competitividad en pequeñas y medianas empresas en América Latina y el Caribe. [Internet]. 2010 [citado el 19 de mayo 2017]. Disponible en <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5071-cambio-oportunidad-la-responsabilidad-social-corporativa-como-fuente>
15. Instituto Persona Empresa y Sociedad. Rse y Pymes: Una apuesta a la excelencia empresarial. [Internet] 2007 [citado 20 de mayo 2017]. Disponible en http://www.oas.org/es/sedi/ddes/rse/taller_colombia/docs/casos%20rse%20pymes%20esade.pdf
16. Fundación Prohumana Chile. Manual de Responsabilidad para Pymes. [Intenet] 2009 [citado 20 de mayo 2017]. Disponible en http://prohumana.cl/documentos/Guia_RSE_NUEVA.pdf
17. Alomoto N, Acuña C, Salvador M, Ortiz J, Ruiz A. La gestión de la cadena de suministro en Ecuador: Caso de las pymes. Revista Formación Gerencial, Año 13 N° 2. [Internet]. 2014 [citado 26 de enero 2017]. . Disponible en https://www.researchgate.net/publication/303821120_La_Gestion_de_la_Cadena_de_Suministro_en_Ecuador_Caso_De_Las_Pymes
18. Ruvín M. Estudio de la gestión competitiva de las pequeñas y medianas empresas (pymes) comerciales. Caso Esmeraldas, República del Ecuador. [Intenet] 2011 [citado 20 de mayo 2017]. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2012/pequenas-medianas-empresas-ecuador.pdf>
19. Camacho N. Responsabilidad social empresarial, RSE en las Pymes: estudio en el Distrito Metropolitano de Quito. Quito, 2014, 160 p. Tesis (Maestría en Dirección de Empresas). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Gestión

CADENAS DE VALOR CON ENFOQUE DE ECONOMÍA POPULAR, COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO RURAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO RIOBAMBA.

JA, Avalos Reyes (1), V, Alban (1), A, Avalos Ruiz (2),

(1) Facultad de Administración de Empresas-ESPOCH.

(2) Facultad de Administración de Empresas-ESPOCH

(3) Facultad de Ciencias para la Salud-ESPOCH

*Correspondencia. Tel.:0999600905, E-mail: javalos@esepoch.edu.ec

RESUMEN

Hablar sobre desarrollo rural y cadenas de valor con enfoque de Economía Popular y Solidaria como una herramienta para el desarrollo rural, es hablar de los aspectos más importantes acerca de la situación actual de desarrollo. La creación de una cadena de valor agroalimentaria, requiere del desarrollo de actitudes encaminadas a compartir las experiencias, los saberes de cada uno de las localidades rurales, aquí se deslumbran variables consideradas facilitadoras del desarrollo: producción, sistemas de riego, encadenamientos productivos, cultura empresarial, migración, entre otras que visualizan las condiciones necesarias para promover el desarrollo de los sectores rurales en particular; variables que entran en interacción y se convierten en un aprendizaje individual que agrega valor a cada uno de los eslabones de una cadena agroalimentaria, situación que es considerada como conocimiento, y recurso valioso para los sectores vulnerables. Al entender de los autores, el estudio permite tener el aprendizaje organizacional de una cadena de valor que bien utilizada orientará de forma positiva el desarrollo de las distintas parroquias rurales del cantón Riobamba. Para el efecto se consideran los principales eslabones de la cadena bajo un entorno económico social, y solidario, finalmente se evalúa la propuesta a través de criterios de expertos. Palabras claves: Aprendizaje, Cadenas de valor, Conocimiento, Desarrollo, Economía Popular y Solidaria.

ABSTRACT

Talking about rural development and value chains with a focus on Popular and Solidarity Economy as a tool for rural development, is to talk about the most important aspects about the current development situation. The creation of an agro-food value chain requires the development of attitudes aimed at sharing the experiences and the knowledge of each of the rural localities, here dazzling variables considered as facilitators of development: production, irrigation systems, productive chains, entrepreneurial culture, Migration, among others that visualize the necessary conditions to promote the development of the rural sectors in particular; Variables that enter into interaction and become an individual learning that adds value to each of the links of an agri-food chain, a situation that is considered as knowledge, and a valuable resource for vulnerable sectors. To understand the authors, the study allows to have the organizational learning of a value chain that well used will guide in a positive way the development of the different rural parishes of the canton Riobamba. For this purpose, the main links of the chain are considered under a social economic environment, and solidarity, finally the proposal is evaluated through expert criteria. Key words: Development, Knowledge, Organizational, Popular and Solidarity Economy, Value Chains

1. Introducción

Las principales tendencias económicas, sociales y ambientales, expresión de la situación del mundo en el nuevo siglo, evidencian la necesidad de cambiar el modelo de desarrollo económico-social, que hasta el momento ha prevalecido. Independientemente de que el mundo contemporáneo dispone de recursos y conocimientos técnicos para solucionar los graves problemas económicos, sociales y ambientales que afectan a la humanidad, no se ha logrado satisfacer las necesidades de supervivencia de una parte considerable de la población mundial, el deterioro del medio ambiente ha llegado a tal punto que muchos fenómenos tienen un carácter irreversible, y los problemas sociales, lejos de resolverse, se han agudizado.

El desarrollo ha tenido en lo fundamental, un carácter netamente cuantitativo, se han priorizado los intereses económicos y muchas regiones, en particular las rurales, se han afectado notablemente con relación a crecimiento económico, inclusión social y sustentabilidad ambiental. Se presenta un sector rural bastante heterogéneo y desigual, con territorios empobrecidos y estructuras productivas desiguales, de acuerdo con Kay Kay, Cristóbal (2007) debido a la globalización neoliberal, se estaría consolidando una “agricultura a dos velocidades”: una empresarial orientada al mercado externo, y otra campesina que no podría aprovechar el boom agrícola porque no puede competir en los mercados internos y externos (Kay, 2007:36).

La pobreza rural es más significativa en los territorios con presencia de agro negocios, las provincias con el mayor número de pobres rurales son Guayas, Los Ríos y Manabí, ubicadas en la costa ecuatoriana. No obstante, el desarrollo rural ha cobrado gran importancia hoy en día en Ecuador, debido al fracaso de los modelos tradicionales de desarrollo aplicados para enfrentar los desequilibrios territoriales y sociales, registrados fundamentalmente a partir del ingreso del país a la vida democrática (1978); hoy en día la sociedad ecuatoriana, al igual que la de los demás países latinoamericanos, se encuentra sometida a la influencia de las políticas neoliberales y la globalización, a esto se suma la incompetencia de sus gobiernos para abordar proyectos que respondan a las necesidades de la población y en particular de la rural, lo que ha tornado muy vulnerable la agricultura tradicional, la de invernadero, la ganadería de carne y leche, especialmente en los últimos años, por lo que muchos de los habitantes de estos sectores, en especial los jóvenes han escogido el camino de la migración y han abandonado el campo.

Con un territorio de 284.000 km² y una población mayor a los 16 millones de habitantes, el Ecuador es el país más densamente poblado de Latinoamérica, lo integran 24 provincias, entre ellas la provincia de Chimborazo, en ella la ciudad de Riobamba, con una población de 256 000 habitantes, de la cual un 73,24 % vive en las cinco parroquias urbanas y el 26,76 % en las 11 parroquias rurales, donde la creación de proyectos o propuestas de acción es uno de los objetivos de la promoción del desarrollo económico, social, humano y medioambiental, sin embargo las relaciones entre las cadenas de valor con enfoque de Economía Popular y Solidaria y el desarrollo rural, son analizadas en pocas investigaciones de orden académico y olvidadas en el campo empresarial.

Ecuador, ha estado sometido a los avatares de la política internacional en un contexto histórico y económico, estrechamente vinculado a la agricultura y ganadería (los 70), la cual antes del boom petrolero representaba la primera actividad económica nacional, y solo a partir de 1972 es cuando empieza la gran extracción y exportación petrolera, situación que no cambia en casi nada la realidad de los sectores rurales.

En Ecuador el Plan de Desarrollo del Buen Vivir para el periodo 2013-2017 refiere: “Auspiciar la igualdad y erradicar la pobreza, requiere eliminar las brechas territoriales mediante el fomento del desarrollo rural y la promoción de una estructura nacional policéntrica que permita el equilibrio urbano-rural”. (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013)

Del mismo modo, la Agenda para la Transformación Productiva del país establece que: “El apoyo a la organización y asociatividad, es fundamental para el desarrollo rural, lo cual se promoverá a través de programas de asistencia técnica, mejoramiento competitivo de calidad y productividad, planes para el fomento de especialización, cooperación institucional, encadenamientos productivos que generen valor para los productores y clientes, entre otros”. (SEMPLADES, 2013)

La Constitución del Ecuador indica en su artículo 283 que “el sistema económico es social y solidario”; se especifica en su artículo 276 “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

1. Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución.
2. Construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible, basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable.”(...)

En ella; reconoce al ser humano como sujeto y fin; propende a una relación dinámica y equilibrada entre sociedad, Estado y mercado, en armonía con la naturaleza; teniendo por objetivo garantizar la producción y reproducción de las condiciones materiales e inmateriales que posibiliten el buen vivir. (...)” (República del Ecuador, Constitución, 2008).

El sistema de Economía Popular y Solidaria se orienta a mejorar la calidad de vida del individuo, teniendo en cuenta a la naturaleza, al trabajo sobre el capital, donde sus principios son de participación tanto individual como grupal, de organización, de cooperación, de asociación, y de comunicación que ayuda directamente en el desarrollo social, y la inclusión de los sectores vulnerables.

1.1. El desarrollo rural sostenible y las cadenas de valor agroalimentarias

El desarrollo rural es la posibilidad de la población de transformar los niveles de vida y bienestar, mejorando los índices de seguridad laboral, de aumento de la capacidad productiva de las personas y organizaciones que viven en estos sectores, el término ha estado íntimamente ligado al de la agricultura porque el desarrollo de las zonas rurales ha dependido, tradicionalmente, de la suerte del sector agrícola, actividad que continúa siendo la principal fuente de ingresos del medio rural riobambeño, y cada vez hay mayor diversificación en dichas fuentes.

Se cree que el desarrollo rural surge en Francia en torno al año 1965, y se basa en los conceptos de capacidad de aprendizaje y organización si bien tiene antecedentes norteamericanos anteriores. En dicha década, el desarrollo convencional, que relegaba a la población a una condición pasiva o de simple espectadora, se vería aplazado por una nueva concepción del desarrollo. (Sánchez, 2002)

Como objetivo tiene mejorar la calidad de vida de la población pobre rural, procurando asegurar al mismo tiempo, una efectiva y eficiente contribución de la economía rural al proceso de desarrollo nacional, superando la pobreza rural asociada a la falta de acceso a insumos, tecnología, financiamiento, información, conocimiento o infraestructuras que a sus habitantes les permitan

mejorar sus productos y su capacidad de negociación con las distintas cadenas existentes, de manera equitativa para los trabajadores y comunidades, generando sociedades más igualitarias cuyo valor se mida a partir del triple balance: utilidades económicas, ambientales y sociales.

1.2. El desarrollo rural sostenible y su enfoque territorial

El desarrollo, desde el punto de vista ideológico encontró una coyuntura propicia después de la segunda guerra mundial, y tuvo a la doctrina Truman como centro y a la ONU como instrumento principal de la divulgación del modelo de sociedades avanzadas en la época, basado en la industrialización, la urbanización, el dominio de la naturaleza, la tecnificación de la agricultura, el rápido crecimiento de la producción y la aceptación de los valores modernos de la sociedad productora y de consumo de mercancías, los principales componentes de esa ideología fueron el capital, la ciencia y la tecnología (Scarim, 2009). A partir de esa doctrina, se propagó la necesidad de impulsar diversos procesos de desarrollo en sociedades aisladas y subdesarrolladas hasta el momento, en las cuales los saberes debían ser erradicados; desintegrar las instituciones; y transformar los modos de vida ya que se consideraban obstáculos para el progreso económico (Scarim, 2009).

El desarrollo sostenible como concepción, encontró su legalización en la cumbre de Río de 1992; sin embargo algunos años antes, en varios encuentros científicos y políticos organizados por la ONU, se fue creando el ambiente para su reconocimiento oficial. La idea sobre sostenibilidad es mucho más antigua, sus orígenes se remontan a la elaboración de la filosofía y teoría sistémica. Quizás una de las mayores contribuciones de la concepción de desarrollo sostenible haya sido introducir una visión sistémica y orgánica del mundo en pleno momento de predominio del caraceterismo en las ciencias (Vergara, 2004).

Hoy en día, el desarrollo se puede concebir como la ampliación de las capacidades de las personas, tanto a nivel económico, como cultural, social o político. En este sentido, el desarrollo debe entenderse como la libertad (o la capacidad) para elegir el tipo de vida que cada persona quiere llevar, aunque respetando la regla de oro kantiana, de que la libertad de cada uno termina donde empieza la de los demás. Libertad para no padecer privaciones ni enfermedades fácilmente curables, para poseer una vivienda digna, para participar en la toma de decisiones colectivas, para disfrutar del nivel educativo deseado, para profesar, expresar y difundir libremente las propias ideas (sean estas políticas o religiosas) o para vivir en un entorno cultural propio. En definitiva, se trata de ampliar el poder de la gente para decidir su propio destino (Sen 1994).

El desarrollo sostenible implica la articulación de tres patrones de sostenibilidad, inherentes a los sistemas que se encuentran en un determinado territorio: el económico, el social y el ambiental. La concepción de desarrollo sostenible en su interpretación original y clásica, estuvo fuertemente sustentada en el ambientalismo naturalista. De tal manera, se consideraba que en el desarrollo sostenible los sistemas económicos y sociales debían subordinarse o adaptarse a las características de los sistemas naturales (Nijkamp, 1991). Dicha posición se debió a la preocupación de que para lograr la sostenibilidad, las acciones económicas debían respetar particularmente los límites de la naturaleza y la sociedad.

1.3. Las cadenas de valor agroalimentarias y el desarrollo rural sostenible

El término de cadena agroalimentaria se asocia al enfoque de “cadena de valor”, que tiene como antecedente directo los trabajos de (Porter, 1990). El enfoque de cadena de valor desarrollado por este autor ha logrado amplia aplicación a otros contextos fuera del marco de la empresa. En tal

sentido, la literatura especializada reconoce a la cadena de valor agroalimentaria como una serie de actividades, tanto de forma directa como indirecta, desarrolladas en los diversos eslabones de la misma, que tratan de satisfacer al cliente final, el consumidor, a través de una serie de funciones, no solamente productivas, sino financieras, informativas y de análisis (Briz et al. 2009).

Este tipo de relaciones económicas, en las que un bien pasa de unos agentes económicos a otros hasta llegar al consumidor final, se denomina en términos técnicos “cadenas productivas”. Así, una definición de este concepto es la organización tradicional y espontánea de los diferentes actores implicados en las actividades económicas, que van desde la producción primaria rural, hasta los consumidores finales de un producto, sea un bien o un servicio (Ostertag, 2007). En cambio otros autores usan cada vocablo para describir diferentes procesos.

El término “cadena del valor” se refiere a una red de alianzas verticales o estratégicas, entre varias empresas de negocios, independientes dentro de una cadena agroalimentaria (Holmlund, M. and Fulton, M., 1999). Del mismo modo, (Kaplinsky, 2000; Piñones et al., 2006); destacan las ventajas del enfoque de agro cadenas, pues consideran que facilitan el desarrollo de alianzas entre los diferentes eslabones, permitiendo el uso más eficiente de los recursos disponibles, mejorando, por ello, la competitividad. Según (Iglesias, D., 2002); la cadena de valor se refiere a la colaboración estratégica de empresas con el propósito de satisfacer objetivos específicos de mercado en el largo plazo, y lograr beneficios mutuos para todos los “eslabones” de la cadena.

La cadena agroalimentaria, desde el punto de vista socioeconómico constituye un sistema que agrupa actores económicos y sociales interrelacionados, que participan articuladamente en actividades que agregan valor a un bien o servicio, desde su producción hasta que este llega a los consumidores, incluidos los proveedores de insumos y servicios, transformación, industrialización, transporte, logística y otros servicios de apoyo, como el de financiamiento.

El problema de muchas de las cadenas agroalimentarias es que, no permiten que los eslabones más pobres mejoren su posición competitiva, ni añadan valor al producto para generar mayores ingresos, ni se produce un reparto equitativo del beneficio. En la mayoría de ocasiones, estos problemas están asociados a la falta de acceso de los pequeños productores o microempresarios a insumos, tecnología, información, conocimiento o infraestructuras que les permitan mejorar su producto y su capacidad de negociación con otros eslabones de la cadena.

En las cadenas agroalimentarias la colaboración es un elemento esencial (Michalus, J. C., & Hernández Pérez, G., 2012; Iglesias, D. H., 2012); entendida como un acuerdo explícito y a largo plazo, entre dos o más actores, para desarrollar en común y gracias a una contribución equitativa una actividad concreta, que, mediante la creación de sinergias, permita a cada socio lograr algunos objetivos inalcanzables con su solo esfuerzo.

La cooperación supone no sólo un incremento del reconocimiento, de los recursos y de las capacidades de los actores implicados, sino una oportunidad para que éstos intervengan de manera más global en la comunidad, generen nuevas ideas e incrementen su implicación con la comunidad y su contribución al desarrollo de la misma. De igual modo, diferentes autores (Izquierdo, R. J. S., & Vicedo, J. C, 2009; Uribe, R. I. P., 2013; Ortiz, A., Izquierdo, H. & Monroy, C. R. 2013) se han referido en los últimos años a la gestión integral sostenible que refiere un enfoque de gestión que busca desarrollar en las organizaciones la capacidad de aumentar el valor económico de sus actividades y definir estrategias de innovación, que incorporen los requisitos ambientales y sociales.

En este contexto, la sostenibilidad de la cadena agroalimentaria es entendida como la permanencia y competitividad a lo largo del tiempo, que supone la consideración de las tres dimensiones mencionadas anteriormente: económica, ambiental y social.

1.4. La Economía Popular y Solidaria

La crisis del modelo de desarrollo económico capitalista, más visible con la crisis financiera mundial, ha hecho que las diferentes formas de organización y producción de los sectores populares que no funcionan con la lógica de acumulación del capital, cobren fuerza e importancia en la construcción de un nuevo modelo alternativo de desarrollo social y económico.

Múltiples investigadores coinciden en identificar el colapso del bloque soviético y europeo oriental en 1991 como el hito que marca el despliegue de un nuevo escenario mundial, identificado como “cambio de época”, y que se encuentra caracterizado por varias manifestaciones esenciales, entre ellas: el predominio unipolar del sistema capitalista. Sin embargo, para que las concepciones auténticas y renovadoras de la construcción del socialismo puedan extenderse por todo el continente tiene, necesariamente, que pensarse en otras formas de dirigir y gestionar la economía, la política y la sociedad, que garantice la reproducción de la vida y la riqueza social, sin exclusión social, erradicando los niveles de pobreza y garantizando un desarrollo próspero y sostenible.

La tendencia contemporánea del orden capitalista mundial hacia la liberalización de la economía y el establecimiento del neoliberalismo que propugna dejar en manos del mercado y del sector privado el mayor número de actividades posible, implica la reducción del papel del Estado en la economía, la privatización de empresas públicas y la precarización del trabajo asalariado. En todos los casos, los teóricos neoliberales afirman que la mejor manera de alcanzar la distribución de la riqueza y el bienestar de los individuos es mediante un crecimiento total del producto, que por su propia dinámica permea al total de los integrantes de la sociedad (la llamada trickle down policy: política de goteo); como liberales promueven “mediante el beneficio individual, alcanzar el beneficio de toda la sociedad.” (Gabina, 2012, pág. 1)

En América Latina el neoliberalismo se impulsó a partir del denominado Consenso de Washington celebrado en 1990, en donde se definió y “recomendó” la implementación de un conjunto de políticas económicas tendiente a lograr el crecimiento de los países latinoamericanos.

Frente a esta situación el premio nobel de economía 2001 y ex vicepresidente del Banco Mundial, Joseph Stiglitz, argumenta la necesidad de una nueva política de intervención del Estado, que retome sus funciones regulatorias y la capacidad de impulsar el desarrollo económico. Desde el punto de vista del proceso de globalización y el capital financiero, se requiere de una regulación de este último a nivel nacional e internacional, que se propicie el desarrollo de los sistemas financieros locales, el fomento de la pequeña y mediana empresa, se impulsen políticas de tipo educativo y participativo, así como medidas de tipo impositivo que se focalicen en la población de más altos ingresos, cautela en los procesos de privatización, incluido el llamado a efectuar una reforma agraria como medida anti pobreza rural. (Stiglitz, 2003)

De acuerdo con lo que sostiene José Luis Coraggio, hoy en día, “...no hay espacio para modelos universales “llave en mano” como pregonaba el Banco Mundial. Tampoco debe ser nuestro objetivo buscar modelos replicables. Apenas ciertos lineamientos estratégicos y una fuerte inversión en el desarrollo de las capacidades de acción-reflexión-acción, incorporada en redes de organizaciones democráticas: de gobierno, de producción autogestionaria y cooperativa o al menos cooperativamente competitiva.” (Coraggio, 2011, pág. 88)

En el Ecuador se concibe el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, mismo que orienta el rumbo hacia una nueva agenda de desarrollo que comienza por modificar la naturaleza y el estatus del análisis económico, reconoce la necesidad de otorgar mayor legitimidad a la organización de la sociedad civil y a las formas en las que aquella expresa su soberanía democrática hasta ahora vilipendiado sector público. En los siguientes gráficos se puede apreciarla una nueva conceptualización del sistema económico, en donde se visibiliza al sector económico popular como parte sustancial de la estructura.

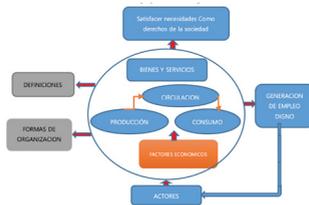


Fig. 1. Sistema Económico Social y Solidario

A partir de este reconocimiento, surge la necesidad de emprender los estudios de la economía neoclásica, volviendo a las fuentes de la economía política. Fruto de esta búsqueda es que numerosos investigadores de Norteamérica y Europa, han desarrollado una nueva disciplina a la que han llamado “socio - economía”. (Neef, 1998, pág. 25). En América Latina, por su parte, se incorpora el marco teórico que comprende a la “Economía de la solidaridad”, que promueve fundamentalmente el rescate de formas concretas de operar y hacer economía basada en factores, relaciones económicas y valores alternativos y solidarios, incidiendo en la búsqueda para lograr una re conceptualización de la economía, que permita comprender mejor y analizar con un instrumental teórico aquellas experiencias que constituirían el sujeto de los modelos alternativos de hacer economía.

Para Luciano Martínez, “La discusión sobre economía social y solidaria se abre en el Ecuador en un momento crucial de cambio de modelo político y de búsqueda de alternativas económicas al modelo neoliberal que ha predominado en los últimos 20 años. No es por azar que en la nueva Constitución del país se la mencione en numerosos párrafos, sobre todo en relación con las actividades económicas de los pequeños y medianos productores”. (Martínez Valle, 2009, pág. 14)

La economía popular y solidaria tiene sus bases económicas en el sector comunitario, las organizaciones cooperativas, la actividad por cuenta propia informal y microempresarial. Su importancia deviene del contingente tanto social como económico que representa pues “se estima que el 50 % del empleo nacional es generado por microempresas; de las cuales el 46 % son propiedad de mujeres y que generan alrededor del 25,7 % del PIB... además de que existen más de mil cooperativas de ahorro y crédito y actualmente el sector financiero popular y solidario, llega a casi US\$ 1 500 millones de activos y más de 2 000 000 de socias y socios” (Naranjo, 2011). En el caso de la agricultura se encuentra que, más de 316 000 unidades de producción entre 1 y 5 ha generan el 65 % de los alimentos para el consumo básico; sin embargo, existen importantes barreras para el crecimiento de la productividad por el bajo nivel de asociatividad, su limitado acceso a equipos y maquinarias de trabajo modernas; el bajo nivel de escolaridad de los productores rurales; limitado acceso a servicios financieros y la inexperiencia en cuanto a la comercialización y estrategias de mercado.”

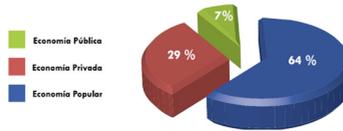


Fig. 2. Ecuador: Empleo nacional por subsector económico. Economía Popular y Solidaria (enero, 2012).

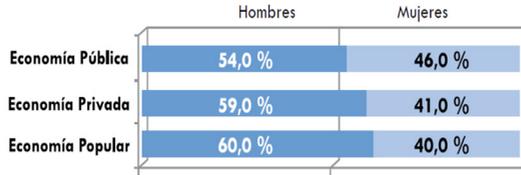


Fig. 3. Ecuador: Empleo nacional por género, Economía Popular y Solidaria (enero, 2012).

La Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria (EPS) y del sector financiero popular y solidario de Ecuador define, la EPS como la forma de organización económica, donde sus integrantes, individual o colectivamente, organizan y desarrollan procesos de producción, intercambio, comercialización, financiamiento y consumo de bienes y servicios, para satisfacer necesidades y generar ingresos, basadas en relaciones de solidaridad, cooperación y reciprocidad, privilegiando al trabajo y al ser humano como sujeto y fin de su actividad, orientada al buen vivir, en armonía con la naturaleza, por sobre la apropiación, el lucro y la acumulación de capital. Se incluyen a los sectores cooperativistas, asociativos, unidades económicas populares y comunitarias.

Se concibe como un primer paso para su integración hacia un nuevo modelo de desarrollo del buen vivir. Se comienza a trabajar con las organizaciones del sector comunitario, que están conformadas por un conjunto de organizaciones, vinculadas por relaciones de territorio, familiares, identidades étnicas, culturales, de género, de cuidado de la naturaleza, urbanas o rurales; o, de comunas, comunidades, pueblos y nacionales que, mediante el trabajo conjunto, tienen por objeto la producción, comercialización, distribución y el consumo de bienes o servicios lícitos y socialmente necesarios, en forma solidaria y auto gestionada, bajo los principios de la presente Ley. (Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria, 2011).

Desde el punto de vista institucional el Instituto Nacional de Economía Popular y Solidaria (IEPS), se crea como una entidad adscrita al Ministerio de Inclusión Económica y Social, propone y ejecuta la política pública, coordina, organiza y aplica los planes, programas y proyectos que contribuyen a la construcción del Sistema Económico Social y Solidario, y contribuye al fortalecimiento de los actores de la Economía Popular y Solidaria, es un proceso que impulsa la participación, educación, formación y organización de los diferentes actores, con enfoque de equidad, derechos, transparencia y eficiencia en el manejo de los recursos económicos, sociales, culturales y ambientales.

2. Materiales y Métodos

En el diseño de la investigación se utilizaron los siguientes métodos, técnicas y procedimientos. Se emplearon tres métodos teóricos. El método histórico lógico que se utilizó para analizar el desarrollo a través de cadenas de valor, teniendo en cuenta una experiencia nacional (Empresa local “El Salinerito”), el tema ofrece aportes para la construcción del proyecto de la cadena de

valor desarrollada. El método sistémico permitió fundamentar el modelo propuesto, a partir de la integración de sus componentes. El método de modelación se emplea para obtener la representación del modelo de gestión de la cadena, así como del procedimiento para su operacionalización.

Se integran tres métodos empíricos. El método de la medición que se utiliza para comprobar la situación problemática, y diagnosticar el desarrollo en las parroquias rurales del cantón Riobamba, así como medir el compromiso organizacional de los presidentes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) parroquiales. Para la validación de la propuesta se utiliza el método Delphi y el método de casos de estudio, con ello se viabiliza la cadena de valor y su aplicación en el sector rural del cantón Riobamba.

Asociado a los métodos anteriores se utilizan tres procedimientos. El análisis y síntesis para dividir el objeto de estudio en sus diferentes componentes y establecer las relaciones entre ellos. La abstracción para la reconstrucción del objeto de estudio. La inducción-deducción para determinar generalidades del desarrollo en los sectores rurales en particular. Se utilizan las técnicas de encuesta, entrevista, y análisis documental, con las cuales se determina la situación socioeconómica de los pobladores de los sectores rurales del cantón Riobamba, y el coeficiente de competencia de los expertos. Los resultados obtenidos se procesan a través del paquete estadístico SPSS y Excel; la información se analiza a través de métodos y técnicas de estadística invariada, bivariada y multivariada.

La entrevista estructurada se emplea para contrastar la situación problemática de la investigación con la opinión de expertos. El análisis documental se utiliza para la valoración de la bibliografía especializada, y para el análisis de algunos de los componentes de la cadena de valor propuesta.

3. Resultados

Partimos del conocimiento sobre desarrollo rural, para posteriormente realizar un análisis de las parroquias rurales y su situación en el contexto económico de la provincia de Chimborazo y el país. Como elemento central se diagnostica el conocimiento sobre desarrollo rural, por parte de los presidentes de los GADs parroquiales del Cantón Riobamba, a través de la aplicación de un cuestionario con 13 preguntas, que permiten conocer la realidad del sector rural del cantón Riobamba.

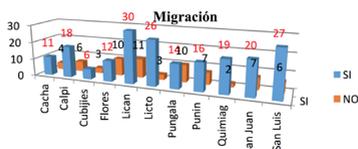


Fig. 4 Migración, (INEC 2010)

La mayoría de los pobladores tienen familiares migrantes, ya sea a nivel de ciudades en el país, como hacia el exterior

Tabla 1: Población migrante por sexo, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento (INEC 2010)

PARROQUIA	HOMBRE	MUJER	TOTAL
CACHA	13	9	22
CALPI	43	20	63

CUBIJES	10	12	22
FLORES	10	6	16
LICAN	92	73	165
LICTO	2	10	12
PUNGALA	45	25	70
PUNIN	20	17	37
QUIMIAG	44	23	67
RIOBAMBA	1.824	1.554	3.378
SAN JUAN	39	38	77
SAN LUIS	45	46	91
Total	2.187	1.833	4.020

La población total migrante en el cantón es de 4 020 personas, de las cuales la mayor parte se concentra en la parroquia Riobamba con 3 378 y 642 en la parte rural, de las cuales, el mayor número de personas que ha salido del área rural del país la encontramos en la parroquia Licán, con 165 personas cuyo destino es Europa.

Los fuertes controles migratorios a partir de los acontecimientos de Sep. 11 del 2001 hacen cada vez más difícil lograr visas a EE.UU. La migración trae consecuencias duras para las familias: los hijos que se quedan enfrentan problemas de deserción y repitencia escolar, alteración de la conducta, despilfarro y falta de control en el uso del dinero que reciben de las remesas. La dolarización generó desempleo y mayor pobreza. Han surgido negocios ilícitos, que al igual que el narcotráfico mueven millones de dólares: migración ilegal fomentada por los traficantes de personas (coyoteros), usura y diferentes formas de corrupción.

La información referente a movimientos migratorios, dinámica de los desplazamientos de la población, y la movilidad externa e interna del cantón entre la zona urbana y sus parroquias rurales, son datos que no posee el GAD Municipal, de tal manera que partimos de una línea base cero. El GADM - Riobamba deberá conformar una base de datos cuantificable y clasificada, para que en la fase propositiva se realice el análisis de los indicadores que nos permitan levantar y actualizar esta información.

La mayoría de los pobladores tienen familiares migrantes, ya sea a nivel de ciudades en el país como en el exterior.

Tabla 2: Principales productos agrícolas en el cantón por hectáreas sembradas (Censo Agropecuario 2011 MAGAP)

PRODUCTO	RIOBAMBA		
	UPAs	SUPERF. Has	Has x UPA
Cebada	6795	3573	0.53
Papa	3815	1585	0.42
Zanahoria	1868	578	0.31
Haba seca	1016	574	0.56
Trigo	1364	546	0.4
Cebolla col	773	395	0.51
Haba tierna	741	288	0.39

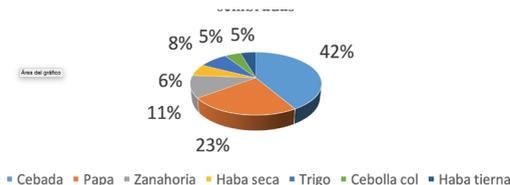


Fig. 5: Productos comerciales del cantón Riobamba, (MAGAP, 2011)

Los productos agrícolas de mayor representatividad en el cantón son: cebada, papa, zanahoria y haba seca, además de productos como el maíz suave seco, maíz suave choclo, haba tierna, lechuga, arveja tierna, alfalfa, cebada, entre otros. En los últimos años se ha incrementado el cultivo de tomate de árbol y de tomate denominado de carne, cultivados en invernaderos, en muy poca extensión de tierra se producen cebolla, zanahoria y hortalizas. Los suelos agrícolas en el cantón Riobamba en referencia a los suelos productivos y no productivos abarcan una extensión total de 93 887, 09 hectáreas, distribuyéndose en un 78,7 % a los suelos agrícolas no productivos y el 21,3 % a suelos agrícolas productivos.

4. Discusión

Una vez que se han obtenido los resultados de la investigación, se puede manifestar que: la población rural del cantón Riobamba está ligada a la agricultura con una producción básica de papas y maíz, que los cultivan en una extensión de no más de dos hectáreas, que son en su mayoría de su propiedad, aquí predomina trabajo asalariado ocasional.

Las parroquias Cacha, netamente indígena, Punin y Flores, son las parroquias más pobres del cantón Riobamba, es decir requieren atención urgente de las autoridades para remediar en algo sus problemas de pobreza extrema.

Las debilidades de los territorios rurales, de acuerdo al Programa de Soberanía Alimentaria, no cuentan con el impulso necesario desde los GAD parroquiales, instituciones públicas que centralmente se han aprobado, con el objeto de respaldar la realidad del territorio y con un olvido por parte de los centros de investigación para el desarrollo rural.

Sobre el contexto es necesario mejorar el liderazgo en las juntas parroquiales y hacerlo mucho más participativo, en busca de mejorar las condiciones socioeconómicas del sector. Es importante destacar la cultura organizacional en los sectores rurales, la misma que de a poco se va perdiendo por la introducción del urbanismo, situación que no ayuda a la asociatividad y al desarrollo rural; en este sentido se requiere trabajar en el rescate de las prácticas de unidad ancestrales que ayuden a impulsar el desarrollo.

La innovación es una variable que no se le considera importante dentro del sector rural, la costumbre y el poco presupuesto que tiene les obliga a la mayoría de los agricultores a continuar con sus tradicionales prácticas agrícolas y cultivos, aspecto que limita el grado de desarrollo que pueden experimentar los trabajadores agrícolas, para mejorar sus condiciones y de la comunidad.

5. Conclusiones

Como resultado de la investigación realizada se permite concluir:

- La cadena de valor agroalimentaria, posee una amplia base teórica-conceptual y continúa enriqueciéndose a través del tiempo. Sin embargo, con enfoque EPS en el contexto ecuatoriano se han

encontrado escasos trabajos, los existentes destinados básicamente a productos lácteos y chocolates con dirección cualitativa, limitados en la toma de decisiones a nivel de cada actor o territorio, por lo que el objetivo tratado en este trabajo científico refiere gran actualidad y pertinencia, en el plano teórico-metodológico y práctico.

- El enfoque de sostenibilidad, basado en el respeto hacia las personas y el medioambiente de un territorio, garantiza a la sociedad la existencia de recursos para las generaciones actuales y futuras. Lo contrario, la destrucción del medioambiente atenta contra el nivel de vida de las personas, por tanto el proyecto de cadena de valor con enfoque EPS incorpora mecanismos coherentes y solidarios para consolidar el desarrollo en la región.
- La metodología de cadenas de valor con enfoque EPS propuesta, constituye una herramienta al alcance de las parroquias rurales del cantón Riobamba y el país, posibilitando mayor autenticidad, y sustentabilidad que los referentes estudiados con anterioridad. Los ámbitos y niveles que abarca, posibilita una mayor participación de los pequeños productores en el mercado para beneficio de la sociedad rural y satisfacción de sus necesidades en términos de desarrollo económico, social, humano y medioambiental en lugar de un simple crecimiento económico.

Agradecimientos

Los autores agradecen por el apoyo de POLI AVANCE.

Conflicto de intereses

Es importante resaltar la existencia de intereses particulares por parte de los autores, y pobladores rurales que pudiesen sentirse favorecidos directa o indirectamente por los resultados obtenidos.

Referencias

1. Abramovay, Ricardo (2006) Para una teoría de los estudios territoriales. En M. Manzanal (coordinador) Desarrollo rural, instituciones y territorios. RIMISP .Buenos Aires, CICCUS.
2. Acevedo, J. A.; A. J. Urquiaga, M. Gómez, López Joy T., Acevedo Urquiaga A.J., Pardillo Baez Y. (2010). Modelo de referencia de redes de valor para un desarrollo sostenible. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. No.2 Pág 29-49
3. Acosta, Alberto y Ponce, Juan (2010) Pobreza en la revolución ciudadana o pobreza de revolución .FLACSO, Quito.
4. Aguirre, F. 2002. Estudio de caso: proyecto turismo en Arauco. Programa FIDA/MERCOSUR. Pp. 24-43.
5. ASOCAM, 2005, Análisis de cadenas, 23 p.
6. Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México. Editorial Pearson Prentice Hall.
7. Banco Interamericano de Desarrollo (2002) El papel de los bancos de desarrollo agrícola, en el acceso al crédito rural. Disponible en http://www.rimisp.org/boletin_intercambios/index_boletin.php?id_boletin=91
8. Bazoberry Chali, Oscar y Ruiz, Carmen (2010) ¿Que esperar de las ONG? Enfoques y prácticas de desarrollo rural en los países andinos. ABYA YALA, Quito.
9. Berdegue, Alexander (2008) La desigualdad y la pobreza como desafíos para el Desarrollo Territorial Rural. Revista Española de Estudios Agrosociales
10. Bernet, (2005): Participatory Market Chain Approach [www.cipotato.org/papandina/incopa/update/LBL-PMCA%2005%20\(print%20version\).pdf](http://www.cipotato.org/papandina/incopa/update/LBL-PMCA%2005%20(print%20version).pdf)
11. Blanchard David (2010), Supply Chain Management Best Practices, 2nd. Edition, John Wiley & Sons.
12. Boccherini, J. A. (2010). Nuevos retos competitivos para la cadena agroalimentaria española.

MERCASA, Alimentación en España, 17-27.

13. Briz, J., & Felipe, I. D. (2011). La cadena de valor agroalimentaria. Análisis internacional de casos reales. Agrícola Española SA Madrid, España.

14. Buffa E. S. (2010). Administración de la Producción y las Operaciones, Editorial Limusa, México.

15. Calvin Miller and Carlos Da Silva. Value Chain Financing In Agriculture, Enterprise Development And Microfinance, Vol.18 Nos 2 & 3 June/September 2007.

16. Calvin Miller and Linda Jones. Value Chain Finance in Agriculture: Approach, Instruments and Lessons Forthcoming.

17. Camacho, Patricia, Christian Marlin, Carlos Zambrano (2007), Elementos orientadores para la gestión de empresas asociativas rurales – EMARs, Plataforma Regional Andina - Ruralter, Quito, Ecuador.

18. Cardona, R. A. (2011a). Estrategia basada en los recursos y capacidades. criterios de evaluación y el proceso de desarrollo. Revista Electrónica Forum Doctoral 4: 113-147.

19. Castro A M. Gomes de, Lima S. M. V. 1999. Prospección de demandas tecnológicas de cadenas productivas y sistemas naturales. EMBRAPA

20. Centro Andino de Acción Popular (CAAP), Quito.

21. Cuesta, X. 2006. “Papas nativas ecuatorianas en proceso de extinción, INIAP trabaja para potenciar su uso.” Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador Revista Agromar. N° 1. pp. 30-31

22. Godet, Michel. (2007). La Caja de Herramientas de la Prospectiva. Paris, Francia. Cuaderno n°20 elaborado por Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique y Prospektiker. Edición Digital, LIPSOR.

23. IICA/FORAGRO. 2008. Characterization of elements that have successfully linked farmers to markets. International Association ValueLinks [www.valuelinks.org] Joanna Ledgerwood. Brief on Community-Based Savings Groups. Aga Khan Foundation KLICT, Ketennetwerken, Clusters en ICT: www.klictware.org.

ilsa.org.co/instituciones y territorios. RIMISP. Buenos Aires, CICCUS.

24. Isaza Castro, Jairo Guillermo (2008). Cadenas productivas. Enfoques y precisiones conceptuales. Elaborado en desarrollo del Proyecto de Metodologías para la caracterización de cadenas productivas en Revista Universidad Externado de Colombia, n.11.issue 1, pp. 355-364. Econometric Society.

25. Leandro, A. A. (2013). Cooperación Empresarial en PYMES. Tec Empresarial, 1(1), 44-48.

26. Lewis, Helen (2006), Global market review of fairtrade and ethical food Éticos Forecasts a 2012, Just-Food.com, Reino Unido.

27. Lundy, M., Gottret, M., Cifuentes W., Ostertag, C., Best, R., Diseño de estrategias para aumentar la competitividad de cadenas productivas con productores de pequeña escala, 78 p.

28. Millet, B. (2013). Estrategia para favorecer la expresión de la cultura agraria en los medios de comunicación del municipio San José de las Lajas. Tesis de Maestría en Extensión Agraria, Universidad Agraria de La Habana.

29. Monteros C.; Reinoso I. 2010. Biodiversidad y oportunidades de mercado para papas nativas ecuatorianas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Fontagro 353-05 Papas nativas. Quito, Ecuador. 11p.

30. Pelupessy, W., & Jiménez, G. (2013). Número especial en Cadenas Agroalimentarias y Bio comercio. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 10.

31. Plan de Desarrollo del Buen Vivir. Periodo 2013-2017. Recuperado de <http://plan.senplades.gob.ec/presentacion>. Documento PDF

EVALUACIÓN IN VITRO E IN VIVO DE LA ACTIVIDAD CICATRIZANTE DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE HOJAS DE MYRCIANTHES HALLII

(IN VITRO AND IN VIVO EVALUATION OF WOUND HEALING ACTIVITY OF HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF MYRCIANTHES HALLII)

J, Chávez (1), K, Acosta (1), G, Pilco (1)*, F, Contero (1), D, Vinueza (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: gpilco@esepoch.edu.ec (G, Pilco)

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la actividad cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de arrayán (*Myrcianthes hallii* O. Berg), in vitro mediante inhibición de la enzima hialuronidasa e in vivo sobre heridas inducidas en ratones de laboratorio (*Mus musculus*) de la cepa BALB/c. El extracto de *M. hallii* fue obtenido a partir de sus hojas siguiendo una metodología estandarizada. El tamizaje fitoquímico fue realizado con extractos de diferente polaridad (etéreo, alcohólico y acuoso). Los tratamientos para evaluar la actividad cicatrizante del extracto correspondieron a 6 concentraciones (5, 10, 20, 40, 60 y 80 mg/mL) en la prueba in vitro. En el ensayo in vivo, fueron aplicados extractos a diferentes concentraciones (40, 60 y 80 mg/mL), un control negativo (vehículo) y como control positivo (acetato de prednisolona – sulfato de neomicina). La aplicación tópica del extracto hidroalcohólico de las hojas de *M. hallii*, a la dosis de 80 mg/mL tuvo una influencia positiva en la actividad cicatrizante, de acuerdo a las pruebas realizadas tanto in vivo como in vitro, confirmando uno de sus usos tradicionales junto con la actividad antimicrobiana previamente investigada en otros estudios. Con los resultados obtenidos se podrían elaborar productos cicatrizantes en base de arrayán.

Palabras claves: Cicatrizante, *Myrcianthes hallii*, Arrayán, Extracto.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the healing activity of hydroalcoholic extract of myrtle leaves (*Myrcianthes hallii* O.Berg), in vitro by inhibition of hyaluronidase and in vivo on induced wounds in mice (*Mus musculus*) Of the BALB/c strain. *M. hallii* extract was obtained from leaves, following a standardized methodology. Phytochemical screening was carried out with extracts of different polarity (Ethereal, alcoholic and aqueous). The treatments to evaluate the healing activity of the extract corresponded to 6 concentrations (5, 10, 20, 40, 60 and 80 mg/mL) were used in vitro. In vivo tests were carried out applying extracts at 40, 60 and 80 mg/ml, also using a negative control and positive control (prednisolone acetate - neomycin sulphate). The topical application of the hydroalcoholic extract of the leaves of *M. hallii*, at a dose of 80 mg / mL has a positive influence in the healing activity, according to the tests carried out both in vivo and in vitro, confirming one of their traditional uses together with the previously investigated antimicrobial activity. From the results obtained it would be possible to elaborate products based on arrayán.

Key words: Wound healing, *Myrcianthes hallii*, Arrayán, Extract.

1. Introducción

Desde tiempos remotos, las enfermedades han sido controladas con compuestos de origen natural, por lo que en los últimos años se ha incrementado el interés por la búsqueda de principios activos con actividades biológicas, tales como: antisépticas, cicatrizantes, hipoglucemiantes, entre otras. Varias investigaciones realizadas han demostrado la eficacia de las sustancias vegetales frente a diversas patologías, por ejemplo, especies de Myrtaceae (incluidos los géneros *Myrtus*, *Eucalyptus*, *Psidium* y *Syzygium*) han demostrado poseer propiedades antimicrobianas (1-4). (1)(2)(3)(4).

La familia Myrtaceae incluye 30 géneros y 1500 especies en el mundo de las cuales 91 se registran en el Ecuador (5), en las zonas del Neotrópico(6). Principalmente en Perú, Ecuador, Venezuela y posiblemente en Colombia. Dentro de la familia Myrtaceae se encuentra *Myrcianthes hallii*: La presencia en el país se debe a su propagación tanto nativa como cultivada. Crece en la región de los Andes entre los 2500 y 3000 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.), principalmente en las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Loja y Pichincha (7-9). (7)(8)(9) En Ecuador *Myrcianthes hallii* (O. Berg) es conocida comúnmente como arrayán, chiruito o en lengua kichwa como wawall. Es una especie usada en la cosmética, en la medicina y como condimento, las hojas son utilizadas en forma de infusión o decocción (5) por sus propiedades tradicionales antisépticas, hemostáticas, balsámicas (6), hepatoprotectoras, cicatrizantes, antidiarreicas y analgésicas. Las hojas masticadas o en infusión se usan para blanquear y endurecer los dientes, conservando en buen estado las encías (5). Además, se ha comprobado que actúa eficazmente contra *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans* y *Porphyromona gingivalis*, la última responsable de patologías periodontales (10, 11). De igual forma, se usa acompañando masajes por sus propiedades tónicas y estimulantes, mientras que las hojas verdes maceradas en aceite de oliva parece prevenir la pérdida de cabello. (7,12,13). (12)(7)(13)

La caracterización fitoquímica de *M. hallii* se ha realizado principalmente mediante técnicas cromatográficas y espectrometría de masas, mostrando la presencia de 38 compuestos, entre ellos 29 flavonoides, como flavan-3-oles (galocatequina, catequina, epigalocatequina, epicatequina y epigalocatequina galato), 7 derivados de taninos condensados (3 isómeros de dímeros procianidina, procainidina – galato, y 3 isómeros de procianidina - digalato); 12 flavonoles (myricetina 3-O-galactósido / myricetina 3-O-glucósido, myricetina 3-O-arabinósido, myricetina 3-O-ramnósido, quercetina, quercetina hexosil-galato, quercetina 3-O-ramnósido, quercetina 3-O-galactósido / quercetina 3-O-glucósido, quercetina 3-O-arabinosa, miricetrina acilada, kaempferol 3-O-glucósido, aromadendrina-ramnósido y cypellogin A o B); derivados de flavanonas (pinobanksin 3-O-butirato); derivados de flavonas (apigenina – hexósido) y 3 derivados de antocianinas (cianidina–dihexósido, cianidina-3-O-rutinósido, y cianidina-3-glucósido/cianidina-3-galactósido). Además, se han observado ácidos fenólicos y taninos (6).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto cicatrizante de *M. hallii*, tanto in vivo como in vitro, basándose en previas investigaciones de la familia Myrtaceae, y tomando en cuenta que la cicatrización de heridas acontece en una serie progresiva de eventos que tienen como finalidad reestablecer la integridad de los tejidos dañados. La regeneración y recuperación de la piel involucra diferentes fases incluyendo inflamación, granulación, fibrogénesis, neovascularización, contracción de la herida y reepitelización (14). Los principios básicos a considerar en la cicatrización de heridas son: minimizar el daño tisular, desbridar el tejido no viable, maximizar la perfusión tisular y la oxigenación (15).

2. Materiales y métodos

2.1. Material vegetal

Hojas de *Myrcianthes hallii* recolectadas en la parroquia Cebadas del cantón Guamote en la Provincia de Chimborazo (Ecuador), a una altura de 2970.51 m s. n. m.

2.2 Modelo animal

Ratones (*Mus musculus*) hembras y machos de 30 – 50 g adquiridos en el Bioterio de la Facultad de Ciencias, ESPOCH – Ecuador. Los animales fueron acondicionados y aclimatados por 15 días según normas establecidas (16), con una dieta estándar de pellet, y agua ad libitum durante todo el experimento, se dividieron en 5 grupos de 5 ratones cada uno. A lo largo de la investigación, los animales se manipularon de acuerdo con las directrices éticas del uso de animales en investigación biológica (17).

2.3 Reactivos

Solución de hialuronidasa bovina 7900 U/mL (Shaanxi-China), buffer acetato 0.1M (pH 3.6) y 0.2 M (pH 5) (JT Baker-USA), dimetilsulfóxido 5% (Merck-USA), Cloruro de calcio 12.5mM (JT Baker-USA), hialuronato de sodio (Shaanxi-China), hidróxido de sodio 0.4 M (Merck-USA), Borato de sodio 0.2 M (Merck-USA), p-dimetilaminobenzaldehído (JT Baker-USA), solución salina (Merck-USA), solución de veneno de cobra *Naja naja* (Shaanxi-China), ácido hialurónico (Shaanxi-China), tioglicolato (Crema Depilatoria Veet®), lidocaína con epinefrina (Roxicaina® 2%), formol 10% (Merck-USA), y éter (Merck-USA).

2.4 Tamizaje fitoquímico

Se trituraron de 30-50g de hojas secas el molino (Marca Arthur H. Thomas C.O) y fueron sometidas a la acción extractiva de solventes de polaridad creciente: éter etílico, alcohol y agua, modificando el pH del medio para obtener los metabolitos secundarios de acuerdo a su solubilidad. Se separaron las fracciones y se realizó la identificación de los metabolitos secundarios mediante los ensayos de Dragendorff, Mayer, Wagner, Baljet, Borntrager, Liebermann – Buchard, Fehling, prueba de catequinas y resinas (18,19). (18)(19)

2.5 Extracto hidroalcohólico

Se trituraron 15 g de material vegetal seco y se pusieron a macerar con metanol al 60 % y sometidos a reflujo durante 3 horas. Se concentró hasta sequedad, obteniendo el extracto metanólico, el cual se redisolvió con etanol al 70%, se filtró y se concentró, se separó la parte clorofílica de la etanólica, se trabajó con el extracto etanólico redisolviéndolo con metanol, se filtró y concentró, consiguiendo la separación completa de la fracción clorofílica del extracto metanólico, el extracto se redisolvió con agua metanol (3:1). Se obtuvo nuevamente un extracto, el cual se separa en dos fases, la metanólica y la fase con acetato de etilo, la última se concentró para obtener el subextracto seco de acetato de etilo que contiene la fracción flavónica de interés.

A partir del extracto madre, se realizaron diluciones con alcohol al 40% para obtener diferentes concentraciones: 5, 10, 20, 40, 60 y 80 mg/mL.

2.6 Determinación de la actividad cicatrizante in vitro

2.6.1 Inhibición de hialuronidasa bovina

Para determinar la inhibición de la hialuronidasa, se empleó hialuronato de sodio, p-dimetil-amino-benzaldehído y la enzima hialuronidasa (20), se determinó por espectrofotometría la cantidad de N-acetilglucosamina liberada por el hialuronato de sodio (21-23). (21)(22)(23)

50 µL de hialuronidasa bovina se disolvió en buffer acetato 0.1 M (pH 3.6), la solución obtenida se mezcló con 50 µL del extracto a diferentes concentraciones (5%, 10%, 20%, 40%, 60% y 80% disueltos en dimetilsulfóxido al 5%). Para el grupo control se usó 50 µL de dimetilsulfóxido al 5%. La enzima se activó con una incubación por 20 min a 37°C, y la posterior adición de 50 µL de cloruro de calcio (12.5 mM), se incubó nuevamente por 20 min a 37°C. Se agregó 250 µL de hialuronato de sodio (1.2 mg/ml) y se incubó por 40 min a 37°C. Se añadió 50 µL de NaOH 0.4 M y 100 µL de borato de sodio 0.2 M se sometió a un baño de agua hirviendo por 3 min. Se dejó enfriar y se agregó 1.5 mL de p-dimetilaminobenzaldehído y se incubó a 37° C por 20 min hasta desarrollar color. Se midió la absorbancia a 585 nm y se calculó el porcentaje de inhibición (21) según la fórmula 1:

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

Donde:

Ac= absorbancia del control

As= absorbancia de la muestra a diferentes concentraciones

2.6.2 Inhibición de la hialuronidasa del veneno de cobra *Naja naja*

El veneno de cobra (100 µg en 20 µL de solución salina) se incubó a 37°C con 50 µg de ácido hialurónico en 250 µL de buffer acetato de sodio 0.2 M (pH 5.0) que contenía NaCl 0.15M. Se midió la absorbancia a 585 nm y se aplicó la fórmula anteriormente mencionada, del porcentaje de inhibición (24, 25). (24)(25)

2.6.3 Evaluación del efecto cicatrizante in vivo

2.6.3.1 Preparación del modelo animal

La actividad cicatrizante in vivo del extracto hidroalcohólico de *Myrcianthes hallii*, se evaluó en modelo animal. Las 24 horas previas a la inducción de la herida, se depiló la zona dorsal de los ratones con tioglicolato por 5 min, descartada la aparición de reacciones alérgicas, se desinfectó, limpió el área con alcohol al 70% y se administró lidocaína con epinefrina. Se marcó en la piel del animal 2 cm de longitud perpendicularmente al eje longitudinal del ratón y se realizó el corte con bisturí estéril a una profundidad aproximada de 2 mm (16).

2.6.3.2 Actividad Cicatrizante

Se administró tópicamente en la herida dorsal cada 12 horas los extractos a diferentes concentraciones, se usó acetato de prednisolona-sulfato de neomicina como control positivo y como control negativo no se aplicó ningún tratamiento. Se consideró el tiempo que tardó en cerrar y cicatrizar la herida, además se realizó la medición en centímetros de la cicatriz final (después de la caída de la costra).

2.6.3.3 Histopatológico

Al final de la investigación todos los animales fueron anestesiados y sacrificados. Se realizaron cortes de 3 cm de largo y 2 cm de ancho de la zona en tratamiento, se colocaron las muestras con formol al 10%; se procedió a su observación microscópica y se evaluó el porcentaje de regeneración celular con los diferentes tratamientos.

2.6.3.4 Análisis estadístico

Se efectuó la prueba de Shapiro – Wilk con los resultados de la pruebas in vitro e in vivo dando un valor de $p > 0.05$, indicando que los datos presentan una distribución normal, seguido de un test ANOVA unifactorial y la prueba Post – Hoc de HSD Tukey que establecieron diferencias significativas en la comparación entre tratamientos. Se utilizó el Software IBM SPSS Statistics Versión 23.0.0.0 (2015)

3. Resultados y discusión

M. hallii cumplió con los parámetros de calidad como droga vegetal; y, el tamizaje fitoquímico evidenció la presencia de alcaloides, flavonoides, azúcares reductores, taninos, lactonas, triterpenos y esteroides; concordando con la investigación de Chavez, P. en el 2016 (6); siendo la presencia de flavonoides, y derivados de antocianinas una particularidad de la familia Mirtaceae (26-28). (26)(27)(28)

Se estudió el efecto cicatrizante del arrayán (*Myrcianthes hallii*), para la evaluación se utilizó el modelo de incisión lineal in vivo, mientras que para la actividad in vitro se usó el extracto hidroalcohólico, el ácido hialurónico y la hialuronidasa tanto bovina como la del veneno de cobra (21).

Tabla 1. Porcentaje de inhibición de la hialuronidasa bovina y la de serpiente (*Naja naja*) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Myrcianthes hallii*

Material vegetal	Concentración (mg/mL)	% De Inhibición de la hialuronidasa	
		Bovina	Del veneno de Naja Naja
Hojas de <i>Myrcianthes hallii</i>	80	54.70	65.72
	60	18.00	43.90
	40	16.23	40.18
	20	12.82	35.24
	10	7.69	26.02
	5	5.98	17.75

Tabla 2. Efecto cicatrizante de tres niveles de concentración del extracto hidroalcohólico de *Myrcianthes hallii* evaluado mediante el tiempo de cicatrización y longitud de la herida sobre ratones albinos de laboratorio *Mus musculus* cepa BALB/c.

GRUPOS	TIEMPO DE CICATRIZACIÓN (Días)	LONGITUD DE LA CICATRIZ (cm)
Control negativo	15.74 ± 0.058	1.18 ± 0.058
Control positivo	14.74 ± 0.058	1.07 ± 0.058
Extracto 40 %	12.74 ± 0.058	1.18 ± 0.058
Extracto 60 %	11.74 ± 0.058	0.86 ± 0.058
Extracto 80 %	11.74 ± 0.058	0.86 ± 0.058

Los resultados se muestran en las Tabla (1, 2). En los ensayos in vitro, se observó que el extracto hidroalcohólico, proveniente de las hojas a dosis de 80 mg/mL, posee una actividad inhibitoria del 54.70 % de la hialuronidasa bovina; indicando que a mayor dosis, mayor efecto inhibitorio; de manera, que la presencia de taninos promoverían la cicatrización de heridas cutáneas en ratas, lo que podría deberse a una potente actividad angiogénica y antibacteriana (29).

De igual forma, en los resultados de inhibición de hialuronidasa en el veneno de cobra, se observó que el extracto hidroalcohólico a una dosis de 60 mg/mL inhibe un 43,80%, mientras que a dosis de 80 mg/mL inhibe un 65,72%. La mezcla del veneno de cobra con ácido hialurónico produce una turbidez, precipitación o floculación del medio; indicando la máxima actividad de la hialuronidasa al degradar el ácido hialurónico, una vez que las fracciones flavónicas actúan sobre la mezcla detienen la reacción, disminuyendo la presencia de precipitado y aumentando la actividad inhibitoria. Se considera que compuestos como quercetina, galotaninos, taninos, apigenina, kaempferol, ácido ascórbico, polifenoles voluminosos de alto peso molecular y algunos alcaloides, son los responsables de la potente acción inhibitoria (30 - 32). (30)(31)(32)

Al determinar la presencia de N-acetilglucosamina y ácido glucurónico por espectrofotometría, se libera menor cantidad cuando la hialuronidasa interactúa con 80 mg/ mL de compuestos flavónicos, en tanto que a los 120 segundos de la reacción se mantienen los niveles, posterior a este tiempo empieza a decrecer la curva, demostrando que a mayor concentración de fracción flavónica menor será la cantidad de N- acetilglucosamina liberada y por tanto mayor porcentaje de inhibición de la hialuronidasa.

En el modelo de incisión lineal, se observó que los extractos al 60 % y 80 % presentaron menor tiempo de cicatrización, concretamente, un total de 12, siendo el tiempo de cicatrización de 15 días en el control positivo y en el grupo sin tratamiento de 16 días. Además, se observó que las cicatrices tratadas con extractos presentaron una menor longitud, seguramente debido a que la cicatrización se ve favorecida por la presencia de flavonoides (33), que aumentan la tasa de contracción de la herida y reducen el tiempo de reepitelización mejorando la migración y proliferación de células epiteliales, así como la formación, migración y acción de los miofibroblastos (34) que se potencia a la vez con la actividad antimicrobiana (6).

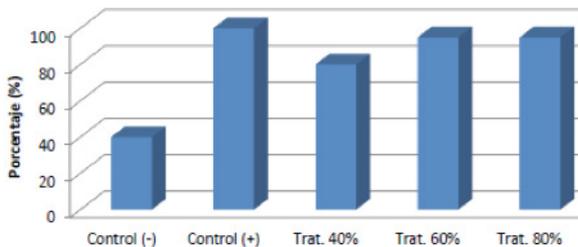


Fig. 1. Porcentaje de regeneración celular en ratones (*Mus musculus*)

Se realizó una evaluación histopatológica de las muestras de piel (Fig. 1). Se observó que el control positivo presentó 100% de regeneración y los extractos al 60 % y 80% mostraron un 95% de regeneración; mostrando concordancia con los resultados del método de incisión experimental y corroborando así el proceso de cicatrización.

4. Conclusiones

La aplicación tópica del extracto hidroalcohólico de hojas de *M. hallii*, a dosis de 80 mg/mL tiene una influencia positiva en la actividad cicatrizante, según las pruebas efectuadas en los modelos, tanto in vivo como in vitro, comprobando así uno de los usos etnofarmacológicos del arrayán, junto con la actividad antimicrobiana investigada en estudios previos. A partir de estos resultados, sería posible formular, a futuro, fitofármacos con valor agregado que favorezcan al desarrollo económico del Ecuador y al cambio de su matriz productiva.

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. Messaoud C, Laabidi A, Boussaid M. Myrtus communis L. Infusions: The Effect of Infusion Time on Phytochemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activities. *J Food Sci.* 2012;77(9):1–7.
2. Takahashi T, Kokubo R, Sakaino M. Antimicrobial activities of eucalyptus leaf extracts and flavonoids from *Eucalyptus maculata*. *Lett Appl Microbiol.* 2004;39(1):60–4.
3. Metwally A, Omar A, Harraz F, El Sohafy S. Phytochemical investigation and antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. leaves. *Pharmacogn Mag [Internet].* 2010;6(23):212. Available from: <http://www.phcog.com/text.asp?2010/6/23/212/66939>
4. Chandrasekaran M, Venkatesalu V. Antibacterial and antifungal activity of *Syzygium jambolanum* seeds. *J Ethnopharmacol.* 2004;91(1):105–8.
5. Balslev H, Navarrete H, Torres L, Marcia M. *Enciclopedia De Plantas Utiles Del Ecuador. Herb QCA Herb AAU.* 2008;1:1–3.
6. Carvajal PC, Coppo E, Di Lorenzo A, Gozzini D, Bracco F, Zanoni G, et al. Chemical characterization and in vitro antibacterial activity of *myrcianthes hallii* (O. Berg) mcVaugh (Myrtaceae), a traditional plant growing in Ecuador. *Materials (Basel).* 2016;9(6).
7. White A. *Herbs of Ecuador: Medicinal Plants.* Quito - Ecuador: Ediciones Libri Mundi; 1985. 59-62 p.
8. Garden MB. Tropicos® [Internet]. 2017. Available from: <http://www.tropicos.org>
9. Holst BK. Myrtaceae. In *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador.* Missouri Bot Gard. 1999;621.
10. Gómez C. Evaluación de la actividad antibacteriana y antimicótica de los extractos de *Myrcianthes hallii* (arrayán), *Amaranthus asplundii* (ataco), *Peperomia peltigera* (pataku yuyo), Especies reportadas en Peguche – Imbabura, sobre *Streptococcus mutans*, *Klebsiella pn.* 2010.
11. Guasgua. J; Dona M. “Efecto inhibitorio de los extractos de arrayán (*myrcianthes hallii*) y aguacate (*persea americana*) sobre la cepa *porphyromona gingivalis*. Estudio in vitro.” 2017.
12. Ministerio de, S.P.; Programa de ASSE. *Medicina Tradicional Andina y Plantas Curativas.* 1st ed. COE C de OE, editor. Quito - Ecuador; 2008. 84 p.
13. Ulloa C. Usos de plantas en los Andes Centrales. In *Botánica Económica de Los Andes Centrales.* Andres UM de S, editor. La Paz - Bolivia; 2006. 313-328 p.
14. Clark RA. Wound repair: Overview and general considerations. In: Clark, R.A.; Henson PM, editor. *The Molecular and Cellular Biology of Wound Repair.* New York: Plenum Press; 1988. p. 3–33.
15. Barua CC, Talukdar A, Begum SA, Sarma DK, Pathak DC, Barua AG, et al. Wound healing activity of methanolic extract of leaves of *alternanthera brasiliana* Kuntz using in vivo and in vitro model. *Indian J Exp Biol.* 2009;47(12):1001–5.
16. Cabezas G. Evaluación del efecto cicatrizante de extractos a base de mastuerzo (*tropaeolum majus*) en ratones (*Mus musculus*). 2015.
17. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO). *Guía n°1: Creación de comités de bioética.* 2005;78.
18. 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.

19. Ruíz Reyes S, Venegas Casanova E, Chávez Gaona M, Eustaquio Saldarriaga C. 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.
20. Lee, J. Lee, H. Min, R. Lee, S. Ro, S. Ryu, C. Kim Y. Inhibitory effects of hydrolyzable tannins on Ca²⁺ activated hyaluronidase. *Planta Med*. 1993;(59):381–2.
21. 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.
22. Lee, K.K. Choi JD. The effects of *Areca catechu* L. extracts on anti ageing. *Int J Cosmet Sci*. 1999;21:285–294.
23. Shasrabudhe, A. Deodhar M. Anti-hyaluronidase, anti-elastase activity of *Garcinia indica*. *Int J Bot*. 2010;6:299–303.
24. 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.
25. Machiah, D.K. Girish, K.S. Gowda TV. A glycoprotein from a folk medicinal plant, *Withania somnifera*, inhibits hyaluronidase activity of snake venoms. *Comp Biochem Physiol*. 2006;Part C 143:158–161.
26. Bellosta, S. Dell’Agli M. Inhibition of metalloproteinase-9 activity and gene expression by polyphenolic compounds isolated from the bark of *Tristaniopsis calobuxus* (Myrtaceae). *Cell Mol Life Sci*. 2003;(60):1440–8.
27. Santos, S.A. Freire CS. Characterization of phenolic components in polar extracts of *Eucalyptus globulus* Labill. bark by high-performance liquid chromatography–mass spectrometry. *J Agric Food Chem*. 2011;(59):9386–93.
28. Yoshimura, M. Amakura Y. Polyphenolic compounds isolated from the leaves of *Myrtus communis*. *J Nat Med*. 2008;(62):366–8.
29. Li K, Diao Y, Zhang H, Wang S, Zhang Z, Yu B, et al. Tannin extracts from immature fruits of *Terminalia chebula* Fructus Retz. promote cutaneous wound healing in rats. *BMC Complement Altern Med* [Internet]. 2011;11(1):86. Available from: <http://bmccomplementalternmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-11-86>
30. Bralley E, Greenspan P, Hargrove JL, Hartle DK. Inhibition of Hyaluronidase Activity by *Vitis rotundifolia* . (Muscadine) Berry Seeds and Skins. *Pharm Biol* [Internet]. 2007;45(9):667–73. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13880200701545018>
31. Girish KS, Kemparaju K. Inhibition of *Naja naja* venom hyaluronidase by plant-derived bioactive components and polysaccharides. *Biochem*. 2005;70(8):948–52.
32. Ratnasooriya WD, Abeysekera WPKM, 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>
33. Muralidhar A, Babu K. Wound healing activity of flavonoid fraction isolated from the stem bark of *Butea monosperma* (Lam) in albino wistar rats. *Eur J Exp Biol* [Internet]. 2013;3(6):1–6. Available from: [http://www.researchgate.net/publication/259240344_Wound_healing_activity_of_flavonoid_fraction_isolated_from_the_stem_bark_of_Butea_monosperma_\(Lam\)_in_albino_wistar_rats/file/5046352a947504159e.pdf](http://www.researchgate.net/publication/259240344_Wound_healing_activity_of_flavonoid_fraction_isolated_from_the_stem_bark_of_Butea_monosperma_(Lam)_in_albino_wistar_rats/file/5046352a947504159e.pdf)
34. Whaley, K. Burt AD. Inflammation, healing and repair. In: Muir’s Textbook of Pathology. 13th ed. 1996. p. 112–65.

LA EDUCACIÓN SEXUAL PARA FAVORECER EL LOGRO Y MANTENIMIENTO DE LA SALUD SEXUAL Y REPRODUCTIVA DE UNIVERSITARIOS ECUATORIANOS

(SEXUAL EDUCATION TO ACHIEVE AND MAINTAIN THE SEXUAL AND REPRODUCTIVE HEALTH IN ECUADORIAN UNIVERSITY STUDENTS)

*R, Saeteros Hernández (1)

Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155
0960048990, rsaeteros@esepoch.edu.ec

RESUMEN

Disponer de información científica sobre sexualidad es un derecho humano que contribuye alcanzar un nivel elevado en salud sexual sobre todo en jóvenes por su vulnerabilidad. Se realizó una revisión bibliográfica del marco internacional, nacional y al interior de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador, de la necesidad de educación sexual para favorecer su logro y mantenimiento. Los embarazos no planificados, abortos en condiciones de riesgo, presencia de Infecciones de Transmisión Sexual incluido el Virus de Inmunodeficiencia Adquirida, Sida, y la violencia sexual, constituyen principales problemas que afectan a jóvenes, relacionados con el comportamiento sexual: en su mayoría sexualmente activos, mantienen relaciones sexuales con uso inadecuado de métodos anticonceptivos, bajo efectos del alcohol o estupefacientes y con múltiples parejas. Generalmente esta actividad sexual no va emparejada con educación científica en estos temas, junto a barreras culturales familiares y religiosas; vacíos y deficiencias de la educación formal y no formal, expresan las debilidades educativas a que están sometidos. La necesidad de la educación sexual para favorecer el logro y mantenimiento de la salud sexual de jóvenes emergió como un problema global, la que no está ajena a la realidad ecuatoriana y su transcendencia en el contexto universitario.

Palabras Clave: Salud Sexual y Reproductiva. Educación sexual integral de universitarios. Universidades promotoras de la salud.

ABSTRACT

Having scientific information on sexuality is a human right that contributes to reach a high level in sexual health especially in young people because of their vulnerability. A bibliographical review of the international and national framework was carried out and was complementing with information about the need for sex education at the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo in Ecuador to promote its achievement and maintenance. Unplanned pregnancies, unsafe abortions, presence of Sexually Transmitted Infections including Acquired Immune Deficiency Virus, AIDS, and sexual violence are the major issues affecting young people, related to sexual behavior: mostly sexually active, have sexual relationships with inappropriate use of contraceptive methods, under the influence of alcohol or narcotics and with multiple partners. Generally this sexual activity is not matched with scientific education in these subjects, next to familiar cultural and religious barriers; gaps and deficiencies in formal and non-formal education, express the educational weaknesses to which they are subjected. The need for sex education to promote the achievement and maintenance of sexual health among young people emerged as a global problem, which is not far for the reality of Ecuador and its transcendence in the university context.

Key words: Sexual and Reproductive Health. Comprehensive Sexual Education in University Students. Health Promoting Universities.

1. Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), u Objetivos Globales, orientan la política de desarrollo durante los próximos años. Para lograr el desarrollo sostenible, define como uno de sus objetivos, el garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. A pesar de que se ha obtenido grandes progresos, se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y hacer frente a numerosas y variadas persistentes y emergentes relativas a la salud, una de las metas de este objetivo es que al 2030 se garantice el acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva, incluidos los de planificación familiar, información y educación, y la integración de la salud reproductiva en las estrategias y programas nacionales. (1)

La salud sexual es un estado de bienestar físico, mental y social relacionado con la sexualidad, la cual no solamente es la ausencia de enfermedad, disfunción o incapacidad; para que se logre y se mantenga ese bienestar, es fundamental que los derechos sexuales y reproductivos (DSR) sean respetados, protegidos y ejercidos a plenitud. (2)

Los derechos sexuales y reproductivos (DSR), reconocidos en las leyes nacionales e internacionales, abarcan derechos humanos básicos tales como: disponer de la información científica y de los medios para alcanzar el nivel más elevado de salud sexual y reproductiva (SSR); como parte de este compromiso se afirma que todas las personas, incluidos los jóvenes, deben tener acceso a educación integral de la sexualidad (EIS), así como a servicios de SSR en todo el ciclo de vida, con el fin de que puedan asumir su sexualidad de modo positivo y responsable. (2–5)

La salud reproductiva entraña la capacidad de disfrutar de una vida sexual satisfactoria y sin riesgos, de procrear, y la libertad para decidir hacerlo o no hacerlo, cuándo y con qué frecuencia. Esta última condición lleva implícito el derecho a obtener información y a la planificación de la familia de su elección, así como a diferentes métodos para la regulación de la fecundidad que no estén legalmente prohibidos, que sean seguros, eficaces, asequibles y aceptables, el derecho a recibir servicios de atención de salud que permitan los embarazos y partos sin riesgos y den a las parejas las máximas posibilidades de tener hijos sanos. (3)

La SSR constituye una preocupación esencial en la formación humana, especialmente en la juventud, el no tener políticas, estrategias y programas que fomenten una sexualidad plena, los hace potencialmente vulnerables ante la coerción, el abuso y la explotación sexual, el embarazo no planificado, el aborto en condiciones de riesgo y las infecciones de transmisión sexual (ITS), incluyendo el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y el sida. (6)

El supuesto central es que la educación sexual, como proceso de formación integral presente en la vida de las y los jóvenes universitarios, en la mayoría de los casos ha sido insuficiente y los programas que se utilizan no siempre responden a sus necesidades, ni están diseñados con rigor científico; además de que la respuesta ante la conducta riesgosa en estudiantes ha sido vista por las instituciones de educación superior como un asunto del individuo (o de la pareja), ajeno a la formación universitaria. Hoy en día, se entiende la relevancia de que los contextos educativos ofrezcan una verdadera formación integral para la vida. (7)

En el marco legal y normativo del Ecuador, la Constitución de la República y el Plan Nacional del Buen Vivir, relacionado a la garantía del derecho con énfasis en la SSR, en varios de sus capítulos se establecen garantías para la generación de condiciones saludables y acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de SSR; incorpora enunciados importantes en cuanto a los DSR, además se reconoce y garantiza a

las personas el derecho a tomar decisiones libres, informadas, voluntarias y responsables sobre su sexualidad, y su vida y orientación sexual, así como promover el acceso a los medios necesarios para que estas decisiones se den en condiciones seguras. (8,9)

2. Materiales y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica del contexto internacional, nacional y local y al interno de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) de la necesidad de educación sexual para favorecer el logro y mantenimiento de la Salud Sexual y Reproductiva en el ámbito universitario. Se realizó un análisis de la realidad de la SSR de los jóvenes; se presentan resultados de un estudio de caso, sobre necesidades de educación sexual, realizado en estudiantes de la ESPOCH; se fundamenta a la educación sexual como una asignatura pendiente para favorecer el logro y mantenimiento de la salud sexual y reproductiva.

3. Síntesis de la Información

Realidad de la Salud Sexual y Reproductiva de los jóvenes

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 aborde 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 amplían, (10); pero el éxito de los jóvenes dependerá de su capacidad para aprovechar las oportunidades educacionales y económicas que vayan surgiendo y superar los obstáculos que impiden el disfrute de su SSR y ejercicio de sus DSR. (11)

No para todos los jóvenes éste será un período de transición saludable en el cual adquieran habilidades y valores que les permitan en el futuro ser padres y madres responsables y buenos trabajadores; en fin, que sean buenos contribuyentes a la sociedad donde vivan. La salud y la vida de una gran parte de ellos, ahora y en los próximos años, corren peligro. Tomar medidas para reducir las tasas de VIH e ITS, embarazos precoces y abortos en condiciones de riesgo, no solo protegerá la salud del joven, sino reducirá los costos relacionados con la mala salud, los tratamientos y las muertes. (12)

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, que 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. (12,13). 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. (10)

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. (14)

Alrededor de 70 000 adolescentes de esos países mueren cada año por causas relacionadas con el embarazo y el parto; de éstas, 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. (10,13)

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 ocurren 3,2 millones de abortos inseguros entre adolescentes cada año; casi todos los abortos en condiciones de riesgo ocurren 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. (13)

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, han encontrado estos patrones de comportamiento en jóvenes universitarios. (15)

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). (16)

La salud sexual y reproductiva de universitarios ecuatorianos un estudio de caso en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Un estudio realizado en la ESPOCH, en Ecuador, determinó las necesidades de educación sexual de estudiantes de esta universidad. Los principales resultados son: en cuanto al diagnóstico social; sus representaciones socioculturales sobre la sexualidad, dejaron ver que para estos hombres y mujeres universitarios, la SSR es un bien preciado, un derecho que debe ser alcanzado y protegido; su logro depende de las actitudes, comportamientos humanos, de la promoción, prevención y de la información que se posea sobre la planificación familiar y prevención de infecciones de transmisión sexual. Mantiene en lo sustantivo los componentes tradicionales aprendidos y la construcción social respecto al género; las mujeres dan mayor valor al cuidado en la vida sexual activa. Se expresan en el contexto heterosexual, con alta valoración en cuanto al placer y la comunicación, proyectan una necesidad futura de búsqueda de estabilidad bajo el vínculo matrimonial, para procrear; donde prevalece la expresión de afectos, sentimientos y valores. Estos ideales movilizan una visión positiva de la sexualidad, en la que se requiere la transmisión, no solo de herramientas salubristas, sino integra la apropiación de otras habilidades para la vida. (17)

El diagnóstico epidemiológico, evidenció 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. Los resultados demostraron que existe vulnerabilidad en la salud sexual y reproductiva de los jóvenes universitarios, por tanto emerge la necesidad de buscar alternativas integrales de promoción, prevención y educación sexual integral, junto a las posibilidades de brindar servicios integrales de salud en la universidad. (18)

El diagnóstico educativo denotó un insuficiente nivel de conocimientos, actitudes y valores en cuanto a variadas manifestaciones de la SSR, los mismos estuvieron matizados por las creencias, mitos y tabúes, fruto de la construcción social y de la insuficiencia en su educación sexual; para la mayoría de variables estudiadas, los grupos de estudio y control fueron homogéneos. Estos resultados fueron corroborados en los grupos focales; en donde 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 aparecen sutilmente los matices que argumentan los constructos de género propios de cada sexo; lo que demuestra que la educación sexual requiere de una perspectiva de género que discorra de manera transversal por todos los temas y que propenda a modificar patrones socioculturales androcéntricos y machistas con relación a la sexualidad. (19)

Como necesidades percibidas por los estudiantes surgió que se consideran un grupo en situaciones de riesgo, debido a la edad, al medio donde se desenvuelven y a la falta de información, pues la que tienen la consideran poco pertinente e insatisfactoria; manifestaron la importancia de llevar a cabo acciones de educación sexual en el ámbito politécnico, que permita dar respuesta a sus dudas y curiosidades que les surgen, en espacios didácticos y divertidos en los que se pueda conversar libre y abiertamente sobre estos temas con la finalidad de verlos con mayor naturalidad. Los grupos de estudio y control fueron homogéneos con respecto a la mayoría de variables estudiadas. (19)

Los factores favorecedores o facilitadores investigados indicaron que las fuentes de aprendizaje y de apoyo, no son las más idóneas. Un aspecto que resultó favorable en cambio es que la mayoría de los estudiantes no sienten vergüenza al hablar de sexualidad. Identificaron que la información que han recibido previamente les ha ayudado; aunque muy pocos reconocieron que recibieron educación sexual en la ESPOCH, así como han solicitado consulta a un profesional en estos temas. Los grupos de estudio y control fueron homogéneos con respecto a la mayoría de variables estudiadas. (19)

Se identificaron algunos factores reforzadores de las conductas sexuales que indican ineficiencias en cuanto a: la comunicación en temas de sexualidad con los padres, acuerdo frente a la decisión de los hijos de tener relaciones sexuales, la actitud de los padres ante conductas sexuales de los hijos y el apoyo ante problemas de la sexualidad. Los grupos de estudio y control fueron homogéneos en la gran mayoría de variables investigadas. (19)

El estudio de los factores administrativos y normativos, en el marco de las políticas nacionales y locales, dejan ver la importancia, trascendencia y reconocimiento de la educación sexual como un derecho humano fundamental, aspectos que posibilitan su implementación. (19)

La educación sexual de universitarios una asignatura pendiente

El supuesto central es que la educación sexual, como proceso de formación integral presente en la vida de las y los jóvenes universitarios, en la mayoría de los casos ha sido insuficiente y los programas que se utilizan no siempre responden a sus necesidades, ni están diseñados con rigor científico; además de que la respuesta ante la conducta riesgosa en estudiantes ha sido vista por las instituciones de educación superior como un asunto del individuo (o de la pareja), ajeno a la formación universitaria. Hoy en día, se entiende la relevancia de que los contextos educativos ofrezcan una verdadera formación integral para la vida. (7)

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.

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, definidas por la OMS, (20) 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 y mantener relaciones interpersonales sanas y positivas. (16,21,22)

De acuerdo a los datos del Ministerio de Salud Pública (MSP), (23) 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.

En el mismo documento se menciona que, para promover la toma de decisiones de manera libre e informada sobre aspectos de la SSR de los y las adolescentes, es necesario hablar de sexualidad, de medidas de prevención y de autocuidado, de prácticas de riesgo y de acceso a los anticonceptivos; de embarazos no esperados o planeados, de relaciones de pareja, de los derechos que tiene todo adolescente de no recibir coerciones para tener relaciones sexuales, de los derechos a manifestar su opinión, a estar bien informado, a recibir atención profesional en áreas que afecten su sexualidad y su reproducción y también de sus propios derechos para ejercer su sexualidad de manera placentera y segura.

Millones de adolescentes y jóvenes sueñan con tener vidas plenas, felices, y en condiciones de seguridad; no obstante, una vasta mayoría de ellos recibe escasa información fidedigna con respecto a cuestiones de sexo, sexualidad o género; hay enormes cantidades de jóvenes que carecen de acceso a los programas de educación sexual; (2) y sigue siendo una asignatura pendiente en muchos países; por lo tanto, se considera necesario promover una movilización profesional y social a favor de la educación para la sexualidad con bases científicas. (5)

La educación sexual universitaria para favorecer el logro y mantenimiento de la salud sexual y reproductiva

La SSR fue asumida como estrategia importante para la reducción de la pobreza, mejora de la salud y la calidad de vida en la Conferencia Internacional de Población y Desarrollo de El Cairo (CIPD), celebrada en Egipto en 1994; (3) en la misma se trataron temas referidos a DSR, a las acciones para mejorar la situación de las niñas, el estatus de la mujer, la situación de los adolescen-

tes y la igualdad de género, como componentes básicos para mejorar la SSR de la población. (24) La sección 6, del Programa de Acción de El Cairo, corresponde a los derechos reproductivos y salud reproductiva; en la misma se señala como obligaciones de los Estados, entre otros, permitir antes del 2015 el acceso universal a los servicios de salud reproductiva, incluyendo planificación familiar y salud sexual; disminuir la mortalidad materna infantil; abordar el aborto como un problema de salud pública; prevenir las ITS y el VIH-sida; alentar a los hombres a responsabilizarse de su comportamiento sexual; ayudar a las personas a alcanzar sus objetivos de procreación; prevenir los embarazos no deseados y destaca también lo relacionado con asegurar el acceso a educación integral. (3)

La SSR desde su enfoque más abarcador después de la CIPD, ha demandado de estrategias integrales enfocadas en la promoción, prevención y empoderamiento de determinados grupos sociales como las mujeres y los jóvenes, así como la participación de las poblaciones beneficiadas en el diseño de los programas que se implementan. (25)

El desarrollo del campo de la SSR ha venido ganando un merecido espacio en diferentes ámbitos, son visibles los progresos en su desarrollo científico y hay evidencias sobre la efectividad de los programas de promoción de la salud que han sido bien diseñados y que tuvieron en cuenta las necesidades de los grupos beneficiarios. (26) Un ejemplo claro de los múltiples retos en SSR está reflejado en la Declaración de la Asamblea General de la WAS, celebrada en el 2007 en Australia, (2) donde se puede observar como uno de sus propósitos es el promover el acceso universal a educación integral de la sexualidad.

La educación para la salud es uno de los instrumentos indispensables para promover e impulsar la acción preventiva: “Ayuda a los individuos o grupos a adquirir conocimientos y habilidades para enfrentar los problemas de salud, además de comportamientos útiles para alcanzar su objetivo”. (27)

Por otro lado, tiene un papel trascendental para la consecución de las aspiraciones de luchar por la equidad y el alcance de una población saludable, con autonomía y capacidad de hacer elecciones proclives a la calidad de vida. (28)

La Declaración de Finlandia, en el marco de la XIV Conferencia Mundial de Educación para la Salud celebrada en Helsinki en 1999, concluye que: “La educación favorece la salud de las personas, al capacitar a los individuos y grupos para conseguir los objetivos fijados respecto a su salud, mejora y mantiene la calidad de vida, impide la producción de enfermedades, minusvalía evitable, muerte, y mejora la interacción humana...”, “... las personas que aspiran a alcanzar dichos objetivos deberían hacerlo en el marco de tres estrategias principales: promoción de ideas, capacitación y apoyo...”. (29)

La educación para la salud, comprende las oportunidades de aprendizaje creadas conscientemente, que suponen una forma de comunicación destinada a la alfabetización sanitaria, incluida la mejora del conocimiento en salud y el desarrollo de habilidades personales que conduzcan a la salud individual y de la comunidad. (30)

Más que transmitir información tiene un desafío: ser la herramienta de creación de las condiciones para que se pueda dar un encuentro entre los saberes, a partir de los cuáles sea posible intervenir sobre los problemas concretos que conspiran con la salud; es decir, con la adaptación a la vida o al ambiente, la búsqueda de felicidad y la consecución de los ideales comunes.

Frente a la crisis general, en este mundo que se deshumaniza día a día, es inevitable reflexionar acerca de la necesidad de construir un nuevo procedimiento educativo en salud. Un modelo de educación, que contemple la formación integral (social y personal) del ser humano, la comunicación consigo mismo y con los demás, el manejo corporal armónico, el pensar en su salud y en la de los que lo rodean de una forma coherente, el desenvolvimiento emotivo y expresión creativa, son el pilar del nuevo paradigma de educación integral humanista. (27)

A partir de estas perspectivas se observa el carácter social de la educación para la salud, que se sustenta en los principios del modelo pedagógico humanista, la teoría constructivista, con Vygotski (31) como su principal representante; entre sus fundamentos, se destaca, la concepción del ser humano, como un ser de conciencia activa y, por lo tanto, constructor de realidades, es un ser histórico social; cada ser humano es un constructor. La intencionalidad humana es lo que mueve al mundo, lo transforma, lo mejora o lo empeora, lo hace evolucionar o involucionar. Por eso no puede sostenerse una educación cuya concepción del ser humano sea la de un ser pasivo, mero receptor o reflejo de un supuesto “orden natural” o de “condiciones objetivas” que lo determinan mecánicamente.

El mismo autor sostiene que “el intercambio de información entre compañeros que tienen diferentes niveles de conocimiento, provoca una modificación en los esquemas de los individuos y acaba produciendo aprendizaje, además de mejorar las condiciones motivacionales de la instrucción y de cambiar el desempeño, planteamiento que refuerza la importancia de la metodología de educación de pares utilizada en esta investigación.

La educación sexual en el ámbito universitario tiene un significado trascendente para la formación integral en esta etapa de la vida; a la universidad le corresponde garantizar el bienestar de la comunidad estudiantil y satisfacer las necesidades de SSR de este importante grupo poblacional. Por otro lado, la sexualidad constituye una dimensión fundamental de la persona humana y, por tanto, la Sexología ha de atender, en primer lugar, al crecimiento armónico de la persona; es decir, su estructura nuclear ha de ser educativa. (32)

La educación en esta esfera es un proceso que debe ocurrir a lo largo de la vida, cada edad se caracteriza por tareas y necesidades educativas diferenciales relativas a la sexualidad pero de igual importancia. (33)

En cuanto a educación sexual, el Ecuador cuenta con políticas públicas que protegen el derecho de los adolescentes a recibir educación en sexualidad, pero existen importantes brechas en lo relativo a su implementación en las escuelas y las vías no formales. Los datos disponibles corroboran la existencia de una demanda educativa insatisfecha en el ámbito sexual, pues los adolescentes carecen de conocimientos, actitudes y habilidades indispensables para tomar decisiones responsables respecto al inicio de su vida sexual, prevenir el embarazo, negociar las relaciones sexuales y el uso de métodos anticonceptivos, entre otros. Por otro lado cabe la duda sobre el enfoque de las acciones y si las mismas responden a concepciones adulto céntricas, sin considerar las diversas necesidades de los adolescentes en diferentes contextos socioculturales. (34)

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. (34)

Al carecer de acceso a una ESI y a servicios de SSR las consecuencias son bien conocidas: los jóvenes, especialmente mujeres, son más vulnerables a atroces problemas, como convinieron ochenta expertos congregados en la consulta mundial acerca de educación sobre sexualidad en Bogotá, Colombia, en diciembre de 2010. La educación sobre sexualidad ayuda a promover la salud y a prevenir las ITS, incluido el VIH, así como los embarazos no deseados, pero también promueve las normas de género equitativas y el empoderamiento de las jóvenes. (11)

En general, la lógica que ha predominado en la educación sexual se centra en la prevención de las conductas de riesgo que preceden a las ITS, a los embarazos no deseados y la violencia sexual; y se ha prestado poca atención a una educación centrada en el placer sexual, el bienestar, que incluya un análisis crítico de la identidad, la diversidad y los derechos humanos. (35)

La comprensión adecuada de la educación para la sexualidad se da desde una visión positiva y

holística, tiene que ver con el bienestar, con la educación para la vida, el amor, la autonomía, la libertad y el respeto a su dignidad y su valía personal, con la garantía de la no discriminación, la igualdad de género, la erradicación de la violencia y el maltrato sexual en las relaciones de pareja, con hacer a las personas capaces de descubrir la riqueza de la diferencia y de lograr su propio fortalecimiento. Es, en definitiva, luchar por una vida plena, con consciencia en la que las personas vivan la sexualidad feliz y responsable que deseen como parte del desarrollo de su personalidad. (5)

Las directrices internacionales de la UNESCO sobre educación sexual la definen como: “Un enfoque para la enseñanza sobre el sexo y las relaciones, que resulte apropiado a la edad, relevante culturalmente, y proporcione científicamente información precisa, realista y sin prejuicios. Brinda oportunidades para explorar los valores y actitudes propias y la construcción de la toma de decisiones, habilidades de comunicación y reducción de riesgos sobre muchos aspectos de la sexualidad. En igual sentido, el placer y el disfrute de la sexualidad, en el marco del respeto a las y los demás, es una de las perspectivas buscadas por la ESI, desterrando visiones culpabilizadoras del erotismo que restringen la sexualidad a la mera función reproductiva”. (6)

El derecho a la ESI también es respaldado por declaraciones de organismos internacionales, que reflejan el consenso global entre los Estados. Por ejemplo, el Programa de Acción adoptado por la CIPD, reconoce que la educación sobre SSR debe comenzar en la escuela primaria y continuar a todos los niveles formales y no formales. En esta conferencia los gobiernos convinieron en que la población y el desarrollo son cuestiones estrictamente ligadas y que habilitar a las mujeres y satisfacer las necesidades de las personas en materia de educación y salud, incluida la salud reproductiva, son condiciones necesarias para el adelanto individual y el desarrollo equilibrado (13,36). En la actualidad, son muy pocas las personas jóvenes que reciben una adecuada preparación para la vida sexual (6); de manera particular cursar la educación superior no significa poseer una formación científica en materia de sexualidad, si bien es cierto que las y los jóvenes han pasado por una serie de espacios formativos en sexualidad durante su vida escolar, estos no siempre han sido del todo adecuados; lo que los hace vulnerables ante problemas de SSR. Dicha brecha provoca que los jóvenes universitarios que se enfrentan a situaciones de riesgo sexual, se muestren con pocas herramientas de decisión apropiadas ante dichos escenarios, además estos fenómenos no son suficientemente estudiados en los centros de educación superior.

Por otro lado, los jóvenes en la universidad deben asumir una actitud que les permita auto determinarse, tomar decisiones trascendentales para ellos en cuanto a su formación, su proyecto de vida, de manera que en poco tiempo puedan desempeñarse de manera independiente y responsable en su vida familiar, laboral y social. Estos grandes desafíos permiten afirmar que en esta etapa es una gran oportunidad para desarrollar una formación integral, incluyendo lo relativo al cuidado de la SSR.

Opciones para implementar la educación sexual en el ámbito universitario

No cabe duda la necesidad de educación sexual de los estudiantes universitarios, que conduzca a fomentar un pensamiento responsable sobre la SSR; desde el punto de vista de su implementación ésta debe basarse en la realidad y contexto de la universidad, para escoger la alternativa factible que además permita evaluar los resultados.

Algunas experiencias demuestran que la vía extracurricular es efectiva, en la que se ha conformado por el componente capacitación y comunicación, articuladas entre sí y que se desagregan en un conjunto de acciones, tal es el caso de una estrategia educativa sobre promoción en salud sexual y reproductiva para adolescentes y jóvenes universitarios llevada a cabo en Cuba. (37)

En el Ecuador se diseñó una estrategia de educación sexual para universitarios de la Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo; su principal estrategia es el involucrar a los pares universitarios en todo el proceso de investigación; diseño, implementación y evaluación de la misma, se propusieron actividades extracurriculares, la misma demostró que fue efectiva para favorecer cambios en factores generadores de comportamientos sexuales saludables y desarrollar habilidades para la vida sexual y reproductiva. (38)

Otra opción para la educación sexual es el uso de la tecnología, así encontramos una investigación que plantea al ambiente virtual de aprendizaje como estrategia de innovación comunicativa en educación sexual, sin embargo cabe resaltar que se tomó como estrategia de apoyo a la asignatura presencia, los resultados arrojan un impacto positivo de cara al uso de un ambiente virtual de aprendizaje en sexualidad que consolida espacios de diálogo e interacción más cercanos y menos ortodoxos entre estudiantes y docentes e incrementan la confianza en estas temáticas consideradas tabú; además de ser una opción de consulta especializada en temas de sexualidad. (39)

4. Conclusiones

La necesidad de la promoción y la educación sexual, para favorecer el logro y mantenimiento de la salud sexual y reproductiva de jóvenes, emergió como un problema global, la que no está ajena a la realidad ecuatoriana y su transcendencia en el contexto universitario. Se constató que los problemas de la salud sexual y reproductiva tienen su posible solución y se alcanza mejoras cuando se abordan desde la perspectiva de la promoción y de la educación para la salud.

La salud sexual y reproductiva, en el caso de estudio en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es una necesidad sentida para los estudiantes; a su vez, en la representación social, es un bien preciado, un derecho que debe ser alcanzado y protegido, manifiestan problemas como: experiencia de embarazos, la mayoría no planeados, abortos inducidos e infecciones de transmisión sexual, en concordancia a los comportamientos sexuales y estilos de vida de los estudiantes evidenciaron 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.

El diagnóstico educativo denotó un insuficiente nivel de conocimientos, actitudes poco adecuadas, así como necesidad de clarificar los valores en cuanto a variadas manifestaciones de la salud sexual y reproductiva, los mismos estuvieron matizados por las creencias, mitos y tabúes, fruto de la construcción social y de la insuficiencia en su educación sexual.

Como necesidades percibidas por los estudiantes surgió que se consideran un grupo en situaciones de riesgo, debido a la edad, al medio donde se desenvuelven y a la falta de información, pues la que tienen la consideran poco pertinente e insatisfactoria, manifestaron la importancia de llevar a cabo acciones de educación sexual en el ámbito politécnico, que permita dar respuesta a sus dudas y curiosidades que les surgen, en espacios didácticos y divertidos en los que se pueda conversar libre y abiertamente sobre estos temas con la finalidad de verlos con mayor naturalidad

Agradecimientos

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser la fuente inspiradora, al magno templo bastión de la patria, que por suerte ha sido mi casa durante muchos años; aquí, se me ha permitido el dedicarme 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 brindado para llevar a cabo el Proyecto de Salud Sexual y Reproductiva PROSASER – ESPOCH. De manera especial a los estudiantes de la ESPOCH, por su apoyo a la investigación científica, por su tiempo, su tolerancia y la voluntad para participar en las diferentes fases de la investigación.

Conflicto de intereses

La información ha sido debidamente referenciada, los datos del estudio son propiedad intelectual de la autora, este artículo no ha sido presentado para publicarse como artículo científico.

Referencias

1. Organización de Naciones Unidas. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Nueva York: PNU; 2017.
2. World Association for Sexual Health. Salud Sexual para el Milenio: Declaración y Documento Técnico. Minneapolis: WAS; 2008.
3. Organización de Naciones Unidas. Informe de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo. Nueva York: ONU; 1995.
4. Racines A, Jaramillo D, Pazmiño L, Bedón N. Política de salud y derechos sexuales y reproductivos. Ecuador: Ministerio de Salud Pública del Ecuador; 2007.
5. Hurtado F, Pérez M, Rubio E, Coates R, Coleman E, Corona E, Mazín R, Horno P. Educación sexual con bases científicas: Documento de Consenso de Madrid: Madrid: Asociación Española de Especialistas en Sexología; 2011.
6. Justificación de la educación en sexualidad. Volumen I. En: Orientaciones Técnicas Internacionales sobre Educación en Sexualidad. Un enfoque basado en evidencia orientado a escuelas, docentes y educadores de la salud. Santiago de Chile: UNESCO; 2010. p. 1-27.
7. 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 Abr 2017]; 13(1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/802/80218382002.pdf>.
8. Constitución de la República del Ecuador 2008 No. 449 (Oct-10-2008). Suplemento del Registro Oficial Órgano de Gobierno del Ecuador. Editorial Nacional; 2008.
9. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir. Ecuador: SEMPLADES; 2009.
10. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2014. New York: UNFPA; 2014.
11. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2011. New York: UNFPA; 2011.
12. Peláez Mendoza J. Infecciones de transmisión sexual. La Habana: Científico Técnica; 2011.
13. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la Población Mundial 2013. New York: UNFPA; 2013.
14. Organización Mundial de la Salud. Estadísticas Sanitarias Mundiales 2013. Ginebra: OMS; 2013.
15. Saeteros R, Pérez J, Sanabria G. Vivencias de la sexualidad en estudiantes universitarios. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2013 [citado 22 Abr 2017]; 30 (1): 1-14. Disponible en: http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000500010&lng=es.
16. Posada C. Embarazo en la adolescencia: no una opción, sino una falta de opciones. Revis-

- ta Sexología y Sociedad [Internet]. 2014 [citado 25 Abr 2017]; 10(25): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.revsexologiaysociedad.sld.cu/index.php/sexologiaysociedad/article/download/268/327>.
17. Saeteros R, Díaz Bernal Z, Sanabria G, Pérez J. Representaciones socioculturales sobre el ideal de la salud sexual y reproductiva en estudiantes universitarios ecuatorianos. *Revista Cubana de Salud Pública* [Internet]. 2015 [citado 25 Abr 2017]; 41(3): [aprox. 16 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v41n3/spu06315.pdf>.
18. Saeteros R, Pérez Piñero J, Sanabria G. Conducta de riesgo y problemas sexuales y reproductivos de estudiantes universitarios ecuatorianos. *Humanidades Médicas* [Internet]. 2015 [citado 25 Abr 2017]; 15(3): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v15n3/hmc03315.pdf>.
19. Saeteros R. Estrategia de educación sexual para estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo [tesis]. Ecuador: Escuela Nacional de Salud Pública de la Habana; 2015.
20. Organización Mundial de la Salud. Enfoque de habilidades para la vida para un desarrollo saludable de niños y adolescentes. Ginebra: OMS; 2001.
21. 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 Abr 2017]; 19(1): [aprox. 16 p.]. Disponible en: http://www.cneip.org/documentos/revista/CNEIP_19_1/Citlalli.pdf.
22. 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 17 Abr 2017]; 15(3): [aprox. 16 p.]. Disponible en: <http://www.redie.uabc.mx/vol15no3/contenido-moralesetal.html>.
23. Ministerio de Salud Pública. Manual del Modelo de Atención Integral de Salud MAIS. Ecuador: MSP; 2012.
24. Galdos S. La conferencia de El Cairo y la afirmación de los derechos sexuales y reproductivos, como base para la salud sexual y reproductiva. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública* [Internet]. 2013 [citado 25 Mar 2017]; 30 (3): 1-6. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1726-46342013000300014&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
25. Alfonso M. La Promoción de la Salud Sexual y Reproductiva. En: *Investigación para la Promoción de la Salud Sexual y Reproductiva. Experiencias en el contexto cubano: La Habana: CENESEX; 2013. p. 9-11.*
26. Sanabria G. La Investigación para la Promoción de la Salud Sexual y Reproductiva. En: *Investigación para la Promoción de la Salud Sexual y Reproductiva. Experiencias en el contexto cubano: La Habana: Escuela Nacional de Salud Pública y Editorial CENESEX; 2013. p. 55-61.*
27. Rozo C. Fundamentos pedagógicos que sustentan el proceso de la educación en salud. Aquichan: Universidad de La Sabana; 2011.
28. Sanabria G. El debate en torno a la Promoción de Salud y la Educación para la Salud. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet]. 2007 [citado 21 Abr 2017]; 33(2): 1-7. Disponible en: http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000200004&lng=es.
29. Unión Internacional de Educación para la Salud. Como afrontar los desafíos de la salud mundial. Documento de referencia para la educación para la salud. Helsinki: UIES; 1991.
30. Torres I, Beltrán F, Beltrán A, Velázquez C, García F. Estrategia para modificar conocimientos y actitudes en niños escolares: un programa de educación para la salud. *Psicología y salud* [Internet]. 2014 [citado 21 Abr 2017]; 14(1): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.revistas.uv.mx/index.php/psycysalud/article/download/873/1605>.
31. Vygotski L. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Editorial Grijalbo: Madrid; 1997.

32. Jiménez F. Centralidad pedagógica de la sexología. Un lugar en teoría de la educación Varona. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal [Internet]. 2005 [citado 24 abr 2017]; 45: [aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360635565006>.
33. Rodríguez B, Ponce T, Lang L. Educación sexual, su influencia en el desarrollo de la salud sexual de los adolescentes del preuniversitario. Revista Conrado [Internet]. [citado 24 Abr 2017]; 10 (44). [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.conrado.ucf.edu.cu/index.php/RCr/article/download/375/230>.
34. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Estrategia Nacional Intersectorial de Planificación Familiar y Prevención del Embarazo en los Adolescentes ENIPLA. Ecuador: MSP; 2011.
35. Simovska V, Ros K. Sexuality education in different contexts: limitations and possibilities. Health Education [Internet]. 2015 [citado 27 Abr 2017]; 115 (1): [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/HE-10-2014-0093>.
36. Muñoz V, Ulate C. El derecho humano a la educación la afectividad y la sexualidad integral: contribuciones para una reforma educativa necesaria. Costa Rica: Universidad Nacional Instituto de Estudios de la Mujer; 2012.
37. 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 21 May 2017]; 39 (1): 1-14. Disponible en: http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000100015&lng=es.
38. Saeteros, R, Pérez J, Sanabria G, & Díaz Z. Efectividad de una estrategia de educación sexual para universitarios ecuatorianos. Revista Cubana de Salud Pública [Internet] 2016 [citado 21 May 2017]; 42 (4): [aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubsal-pub/csp-2016/csp164i.pdf>.
39. Mendieta C, Karam J, Cano R, & Yecid O. Ambiente virtual de aprendizaje como estrategia de innovación comunicativa en educación sexual. [Tesis] México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2016. Disponible en: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4738/1/VE16.632.pdf>.

TASAS DE DOSIS EQUIVALENTES AMBIENTALES EN UN RECINTO HOSPITALARIO DE COBALTOTERAPIA

(ENVIRONMENTAL EQUIVALENT DOSE RATES IN A COBALT THERAPY HOSPITAL)

N. A. González López (1), R. Pérez Velázquez (2), J. N. Pérez Guerrero (3), M. A. Batista Zaldívar (4), L. Borrero González (5).

“*Correspondencia. Tel: 099 561 2233, E-mail: nadiaaimegl@gmail.com , (N. A. González López)”

(1) Licenciada en Física. Máster en Ciencia e Innovación. Escuela de Física y Matemática. ESPOCH. Email: nadiaaimegl@gmail.com.

(2) Máster en Gestión Ambiental y en Ciencias Físicas. Hospital General Universitario V.I. Lenin. Holguín, Cuba. Email: reytel@infomed.sld.cu.

(3) Ingeniero Mecánico. Doctor en Ciencias Técnicas. Escuela Ingeniería Mecánica. ESPOCH. Email: julio-nolberto2011perez@gmail.com.

(4) Ingeniero Químico. Doctor en Ciencias Técnicas. Escuela Ingeniería Industrial. ESPOCH. Email: mario-batzal69@gmail.com.

(5) Licenciado en Física. Doctor en Ciencias Físicas. Escuela de Física y Matemática. ESPOCH. Email: borrero.luis@gmail.com.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar las tasas de dosis equivalentes ambientales que produce una máquina de cobaltoterapia en las áreas aledañas al recinto de irradiación (posición de fuente expuesta) y dentro del recinto (posición de fuente guardada), a diferentes alturas y direcciones radiales alrededor del eje del haz de radiación. Para ello se diseñó el procedimiento de muestreo que incluyó las variables antes relacionadas. Las mediciones a las que se exponen los trabajadores ocupacionalmente expuestos y el público en general, se realizaron empleando los equipos dosimétricos: el SRP 6801 y el RADOS 120. Los valores de las dosis obtenidas se compararon con los límites permisibles. Los resultados muestran que las tasas de dosis equivalentes ambientales en las áreas aledañas al recinto de irradiación en la posición de fuente “expuesta” fue de $0.04 \mu\text{Sv/h}$ y la de los interiores del recinto, donde se ubican los trabajadores expuestos durante las operaciones en la posición fuente “guardada”, fueron menores a los niveles de tasas de dosis permisibles para una hora de exposición de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos. Este trabajo constituye una guía metodológica para el desarrollo de este tipo de estudio en instalaciones similares. Palabras clave: radioterapia, tasas de dosis equivalentes ambientales, cobaltoterapia.

ABSTRACT

The rates of environmental equivalent doses produced by a cobalt therapy machine in the surrounding areas to the irradiation room (exposed source position) and inside the room (stored source position) at different heights and radial directions around the axis of the radiation beam were determined. In order to measure those equivalent dose rates, an experimental procedure was designed. Measures in POE (personnel occupationally exposed) and general public were performed using the dosimetric devices: SRP 6801 and RADOS 120. The dose values obtained were compared to the allowed limits. The results showed that the dose rates in the areas surrounding the irradiation room in the (exposed source position) were $0.04 \mu\text{Sv/h}$ and that inside of the room (stored source position), were lower than the allowed limits during an hour of exposure of the Occupationally Exposed Workers. This work constitutes a methodological guide for the develop-

ment of this type of study in similar facilities.

Key words: radiotherapy, environmental equivalent dose rates, cobalt

1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha ocupado de la protección radiológica en el marco de sus tentativas de ampliar la cobertura diagnóstica y terapéutica, con miras a que los beneficios obtenidos no tengan consecuencias peligrosas. Importa, sobre todo, incorporar los conceptos de protección radiológica en la planificación de los servicios de diagnóstico y tratamiento, así como coordinar los métodos de garantía de calidad y protección radiológica, toda vez que existe en la actualidad una considerable polémica en torno a la no existencia de un umbral, como límite inferior de producción de determinados efectos por parte de las radiaciones ionizantes (1-4). Los organismos reguladores de la radioprotección coinciden con la opinión de la no existencia de un umbral y, consecuentemente, se promulgan recomendaciones o normas en las que cada vez es menor la dosis máxima admisible (5,6).

Con el trabajo de las máquinas de radioterapia se relacionan de manera cotidiana los técnicos radiofísicos y los físicos médicos, trabajadores que debido a su profesión se exponen a las radiaciones ionizantes. También en los recintos médicos de tratamiento se exponen los pacientes durante el tiempo de espera, en áreas aledañas a la ubicación del equipo emisor de radiaciones, como durante la realización del tratamiento, por lo que las instalaciones médicas deben reunir estándares de seguridad, tanto dentro como en los alrededores de éstas.

Las emisiones de radiación gamma se evalúan en dos estados de la máquina de cobaltoterapia, a saber: con la fuente en posición “expuesta”, donde se producen los mayores niveles de radiación, y en la posición “guardada”. En ambas situaciones debe evaluarse los niveles de emisión de radiación gamma. Para este análisis se tienen en cuenta la distancia del personal expuesto a radiaciones y los órganos que se clasifican entre los más radiosensibles. Numerosas investigaciones y organizaciones internacionales han tratado estos temas y ofrecen recomendaciones sobre cómo llevar a cabo las mediciones de las tasas de dosis equivalentes ambientales (3,4).

Durante muchos años, los departamentos de Física médica han hecho importantes contribuciones en materia de planificación del tratamiento y dosimetría, pues se han ocupado del funcionamiento y la conservación del equipo, el mejoramiento de la metodología y la protección contra las radiaciones. Sin embargo, a pesar de las medidas de seguridad radiológica, no son pocos los casos donde se han presentado situaciones de incidentes y emergencias radiológicas, por lo que resulta necesario desarrollar estudios de caracterización de los niveles de tasas de dosis equivalentes ambientales para poder tomar medidas correctivas oportunas (7-9).

En correspondencia con lo antes expuesto el objetivo del trabajo es determinar las tasas de dosis equivalentes ambientales en las áreas aledañas al recinto de irradiación en la posición de fuente “expuesta”, y dentro del mismo en la posición de fuente “guardada”, a diferentes alturas del suelo y direcciones radiales alrededor del eje del haz, que produce una máquina de cobaltoterapia en un recinto hospitalario.

2 Materiales y Métodos

El estudio de caracterización de las tasas de dosis equivalentes ambientales se realizó según el siguiente orden: i) análisis del estado actual de la bibliografía y del objeto de investigación, ii) selección de la institución hospitalaria donde se realizaría el estudio, iii) elaboración del procedimiento del muestreo, iv) ejecución de las mediciones y procesamiento estadístico de la infor-

mación.

Para el análisis del estado actual de la bibliografía y del objeto de investigación se efectuó una minuciosa revisión bibliográfica, detección y extracción de información de valor sobre el estado del arte del marco conceptual de la protección radiológica (15 - 18), sobre las recomendaciones que en esta materia realizan los organismos internacionales sobre los límites de dosis permisibles, tanto para los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE) como para el público en general (2,4,5), y de los efectos negativos en la salud humana que puede producir la exposición a las radiaciones (22-24).

La selección de la instalación hospitalaria objeto de estudio se efectuó en base al cumplimiento de dos condiciones previas, a saber: que atendiera un elevado número de pacientes y contara con experiencia y aval técnico profesional en la actividad de atención al paciente oncológico. En función de ello se eligió el Hospital General Universitario “V. I. Lenin”, el que presta 22 servicios de salud, incluido el de radioterapia por su Centro Oncológico. Los pacientes que acuden a este servicio precisan ser irradiados con intenciones curativas o paliativas, y para ello se utiliza una máquina (Theratron Phoenix No. 165) con una potente fuente radiactiva de Cobalto 60 (Co 60), emisora de radiación gamma, con un período de semidesintegración de 5,27 años; que puede llegar a alcanzar hasta unos 450 TBq de actividad.

El procedimiento de muestreo incluyó la determinación de los puntos de medición en función de la posición de la fuente y el lugar de exposición, la fijación de las alturas y direcciones radiales de medición y la selección de los instrumentos de medición.

Los puntos se seleccionaron para las dos posiciones de la fuente “expuesta” y “guardada”, tanto en las áreas aledañas al recinto de irradiación como dentro del mismo. Para la posición de fuente “expuesta” en el monitoreo de las áreas aledañas se tomaron en cuenta los locales alrededor de ella en un radio aproximado de 50 m hasta donde pudieran haber llegado los niveles de radiación de la fuente emisora. Alrededor del recinto de irradiación se ubicaron siete locales y se seleccionaron 109 puntos de medición, según se muestra en la Tabla 1. En la posición de fuente “guardada” dentro del recinto de irradiación en los lugares donde se ubican los técnicos radiofísicos y los físicos médicos durante la realización de las operaciones, se seleccionaron 99 puntos de medición (Tabla 1). La observación de la rutina de trabajo dió como resultado que los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE) se ubicaban en varios puntos alrededor del eje del haz de radiación, que unidos darían tres circunferencias concéntricas de aproximadamente 30 cm, 100 cm y 150 cm, en ocho direcciones alrededor del eje del haz de radiaciones ionizantes, como se muestran en las Tablas 2 y 3. En resumen, se seleccionaron 208 puntos donde se efectuaron las mediciones de las tasas de dosis equivalentes ambientales dentro y fuera del recinto de irradiación.

Las alturas a las que se realizaron las mediciones sobre el nivel del piso en las áreas y locales alrededor del recinto de irradiación fue de 1 m y a tres alturas dentro del recinto de irradiación: a la altura del cristalino y a la altura de las gónadas (por ser órganos radiosensibles) y a la altura del tórax, lo cual obedece a criterios y/o recomendaciones de los organismos internacionales (4,6,10).

Tabla 1: Cantidad de puntos, identificación por áreas o local, alturas de medición y equipo dosimétrico utilizado.

Área o zona	Lugar	Equipo dosimétrico utilizado	Alturas de medición	Cantidad de puntos de medición
Permanencia habitual de público	Áreas verdes alrededor del recinto de irradiación. (A1-A30)	SRP 68 01	1 m	30
	Pasillo exterior de radioterapia. (P1-P3)	SRP 68 01	1 m	3
	Salón de espera de los pacientes. (S1-S5)	SRP 68 01	1 m	5

	Aula. (L1-L5)	SRP 68 01	1 m	5
	Local de la consola de la máquina. (T1-T43)	SRP 68 01	1 m	43
	Local de la consola (puerta del recinto de irradiación). (TP1-TP3)	R A D O S 120	60 cm, 120 cm y 180 cm	3
	Local de los físicos médicos. (F1-F20)	SRP 68 01	1 m	20
Recinto de irradiación	Ubicación de los técnicos y físicos médicos durante las operaciones (C1-C71)	R A D O S 120	90 cm, 130 cm y 160 cm	71
	A 5 cm y 1m del cabezal (D1-D14).	R A D O S 120	Según TEC DOC 1151 del OIEA	28

Tabla 2: Distribuciones de puntos donde se efectuaron las mediciones dentro del recinto de irradiación.

Dirección de la medición	Sistema de referencia según puntos cardinales	Dirección de medición según los puntos cardinales
Dirección 1	Oeste	
Dirección 2	Este	
Dirección 3	Norte	
Dirección 4	Sur	
Dirección 5	Noroeste	
Dirección 6	Suroeste	
Dirección 7	Sureste	
Dirección 8	Noreste	
Eje	Eje del haz luminoso	

Tabla 3. Condiciones y ubicación de los puntos de medición dentro del recinto de irradiación.

Distribución de puntos según las alturas y la dirección con respecto al sentido de salida de la fuente (Norte)

Gantry a 0°. Colimador a 0°

Esquema de ubicación	Dirección	90 cm	130 cm	160 cm
	Dirección 1	C1C4C7	C2C5C8	C3C6C9
	Dirección 2	C10C13C16	C11C14C17	C12C15C18
	Dirección 3	C19C22C25	C20C23C26	C21C24C27
	Dirección 4	C28C31	C29C32	C30C33
	Dirección 5	C34C37C40* C44**	C35C38 C41*C45**	C36C39 C42*C46**
	Dirección 6	C47C50	C48C51	C49C52
	Dirección 7	C53C56	C54C57	C55C58
	Dirección 8	C59C62 C65***C68**	C60C63 C66***C69**	C61C64 C67***C70**

*, **, ***: para ángulos del gantry de 90°, 180° y 270°, respectivamente. En las direcciones de 5 y 8 a 110 cm de radio se midieron C43 y C71.

Los equipos seleccionados fueron los disponibles dentro del servicio médico y su calibración fue avalada y aprobada por los órganos competentes de la República de Cuba. Los equipos dosimétricos utilizados fueron los siguientes: del tipo Geiger-Muller (RADOS 120) y un centelleante (SRP 68 01) (14,21). El equipo dosimétrico manipulado en las áreas y locales adyacentes al recinto

de irradiación fue el SRP 68 01, cuyas lecturas fueron convertidas a unidades de tasa de dosis equivalente ($\mu\text{Sv/h}$) por la fórmula: $H = D * 0,87/100$, donde D es la tasa de exposición en $\mu\text{R/h}$. Dentro del recinto de irradiación para realizar las mediciones se utilizó el RADOS 120, cuyas características son las siguientes: rango de medición de dosis: 0,01 μSv -10 Sv, rango de linealidad de la dosis: 0,10 μSv -10 Sv, rango de medición de tasa de dosis: 0,05 $\mu\text{Sv/h}$ -10 Sv/h.

Ejecución de las mediciones y procesamiento estadístico de la información. Siguiendo el procedimiento de muestreo antes explicado, se realizaron las mediciones de los niveles de dosis equivalentes ambientales que produce una máquina de cobaltoterapia en el Hospital V. I. Lenin de la provincia de Holguín, Cuba. Los datos obtenidos fueron agrupados teniendo en cuenta las variables de las alturas y direcciones radiales alrededor del eje del haz de radiación. Se calcularon los valores promedios y las desviaciones estándar de los valores de tasas de dosis equivalentes ambientales, para lo cual se utilizó una hoja de cálculo en Excel y se agruparon en forma de Tablas para su posterior interpretación.

3. Resultados y Discusión

Los resultados de las mediciones por áreas y locales aledaños al recinto de irradiación se muestran en la Tabla 4 en la posición de la fuente “expuesta”, donde el tamaño de campo siempre fue de 35 cm x 35 cm, al ser este el caso más desfavorable, donde se observó lo siguiente:

No se detectaron alteraciones del fondo en la pared posterior del recinto de irradiación, el pasillo exterior de radioterapia, en el salón de espera de los pacientes y en el aula.

En la pared lateral al Departamento de Electromedicina existen valores de alrededor de 13 veces el valor del fondo y el valor más común (0,20 $\mu\text{Sv/h}$) es aproximadamente seis veces mayor que dicho fondo. La pared lateral fue reforzada cuando se instaló la actual máquina. Dicho refuerzo fue construido con un desplazamiento de unos 60 cm hacia la parte posterior, con respecto a donde debía haberse construido según el proyecto correspondiente.

En el local de los físicos médicos existen dos puntos donde los valores obtenidos son iguales a dos veces el valor del fondo, predominan los valores de fondo y el promedio de las tasas de dosis es mayor al valor alcanzado en este.

En el local de la consola todos los valores de tasas de dosis ambientales son superiores al fondo. Existe un máximo de 25 $\mu\text{Sv/h}$ a 5 cm de la puerta del recinto de irradiación, a una altura de 1,80 m; este valor es 60 veces superior al fondo. Evidentemente existe un debilitamiento (no homogéneo, pues según el monitoreo, no en toda la superficie de la puerta se obtienen estos valores) en el blindaje de esta puerta, o el tabique del laberinto no es suficiente.

Aunque en todos los puntos medidos los resultados son superiores al fondo, prevalecen valores muy cercanos a 0,04 $\mu\text{Sv/h}$.

Tabla 4. Resultados de las mediciones en locales y áreas alrededor del recinto de irradiación en la posición de fuente “expuesta”.

LOCAL O ÁREA	PUNTOS DE MEDICIÓN	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Unidad de medida: $\mu\text{Sv/h}$					
Pared posterior del recinto de irradiación	A1-A4	0,03	0,03	0,03	0,00
Pared lateral de Electromedicina.	A5-A30	0,05	0,40	0,22	0,10
Pasillo exterior de radioterapia.	P1-P3	0,03	0,03	0,03	0,00
Salón de espera de pacientes.	S1-S5	0,03	0,03	0,03	0,00
Aula.	L1-L5	0,03	0,03	0,03	0,00
Local de los físicos médicos.	F1-F20	0,03	0,06	0,04	0,01

Las Tablas 5, 6 y 7 muestran los resultados de las mediciones correspondientes al interior del recinto de irradiación, en la posición de la fuente “guardada” a diferentes direcciones radiales: 30 cm, 100 cm y 160 cm, a diferentes alturas. Sobre estos resultados comentar lo siguiente:

En el radio de 30 cm a diferentes alturas se observa que, a mayor altura, mayor tasa de dosis, debido a que está más cerca a la fuente en la posición “guardada”. Resalta una alta tasa de dosis en la dirección sur a 160 cm de altura, este valor es unas 1000 veces mayor que el fondo y más de cuatro veces superior al límite de dosis derivado para una hora para los TOE.

En el radio de 100 cm el comportamiento de la tasa de dosis es similar al radio de 30 cm, debido a la mayor cercanía a la fuente en la posición “guardada”. La mayor tasa de dosis es sólo unas 180 veces superior al fondo y, por otra parte, no llega al límite derivado de una hora para TOE. Esto se debe al aumento de las distancias de la fuente a los puntos de medición y a la homogeneización por este motivo del campo de radiación.

En el radio de 100 cm se realizaron dos mediciones especiales en los puntos C43 y C71 (gantry a 90° y 270°, respectivamente). Los altos valores de tasas de dosis corresponden a un haz de radiación de fuga que se registra en el orificio por donde se coloca la palanca de seguridad. Este orificio posee un diámetro menor a 2 cm. Los técnicos radiofísicos se ubican muy cerca de este orificio durante las operaciones, por lo que están expuestos a dicho haz de radiación de fuga. Por tanto, es recomendable que los técnicos eviten exponerse a esta radiación de fuga y se acerquen más al eje del haz luminoso, de manera que se protejan con el blindaje que ofrece el colimador. De hecho, estos fueron los mayores valores de tasas de dosis registrados durante el proceso de medición (más de 1100 veces superior al fondo).

Para el radio de 150 cm el comportamiento de los datos es más homogéneo que los dos casos anteriores. La mayor tasa de dosis es sólo unas 50 veces superior al fondo y, por otra parte, es inferior unas tres veces al límite derivado de una hora para TOE. Esto se debe al aumento de las distancias de la fuente a los puntos de medición y, debido a esto, a una homogeneización mayor del campo de radiación.

Tabla 5. Resultados de las mediciones en el radio de 30 cm a diferentes alturas.

Resultados de las mediciones en el radio de 30 cm alrededor del eje del haz (µSv/h)						
Dirección	Alturas					
	90 cm		130 cm		160 cm	
	Valor promedio	Desv. estándar	Valor promedio	Desv. estándar	Valor promedio	Desv. estándar
1	2,73	0,06	2,50	0,09	9,49	0,27
2	2,48	0,11	3,72	0,14	9,85	0,07
3	0,76	0,10	0,90	0,10	0,59	0,01
4	3,32	0,14	11,20	0,21	30,08	0,41
5	0,87	0,03	0,22	0,02	0,28	0,00
6	2,84	0,09	7,45	0,16	11,62	0,02
7	3,51	0,15	7,81	0,19	14,88	0,11
8	1,01	0,02	1,04	0,04	2,41	0,02

Tabla 6: Resultados de las mediciones en el radio de 100 cm a diferentes alturas. Resultados de las mediciones en el radio de 100 cm alrededor del eje del haz (µSv/h)

Resultados de las mediciones en el radio de 100 cm alrededor del eje del haz ($\mu\text{Sv/h}$)

Dirección	Alturas					
	90 cm		130 cm		160 cm	
	Valor promedio	Desv. estándar	Valor promedio	Desv. estándar	Valor promedio	Desv. estándar
1	1,90	0,09	2,22	0,05	3,00	0,10
2	1,49	0,08	2,61	0,20	2,19	0,14
3	0,18	0,00	0,18	0,00	0,16	0,03
4	3,48	0,26	3,36	0,31	2,65	0,09
5	0,53	0,05	0,48	0,01	0,49	0,02
5*	0,23	0,00	0,33	0,02	0,31	0,02
5**	0,64	0,02	0,57	0,00	0,57	0,01
6	2,85	0,10	3,82	0,08	4,94	0,10
7	3,06	0,06	5,05	0,14	5,48	0,06
8	1,22	0,03	1,51	0,06	1,68	0,02
8***	1,90	0,09	2,22	0,05	3,00	0,10

*, **, ***, para ángulos del gantry de 90° 180° y 270°, respectivamente. En las direcciones de 5 y 8 a 110 cm de radio se midieron C43 y C71.

Tabla 7. Resultados de las mediciones en el radio de 150 cm a diferentes alturas. Resultados de las mediciones en el radio de 150 cm alrededor del eje del haz ($\mu\text{Sv/h}$)

Dirección	Alturas					
	90 cm		130 cm		160 cm	
	Valor promedio	Desv. estándar	Valor promedio	Desv. estándar	Valor promedio	Desv. estándar
1	1,33	0,14	1,06	0,04	1,48	0,05
2	1,04	0,03	1,18	0,02	1,17	0,07
3	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00

4. Conclusiones

Se determinaron las tasas de dosis equivalentes ambientales en los locales aledaños al recinto de irradiación en la posición de fuente “expuesta” y dentro del recinto de irradiación en la posición de fuente “guardada” a diferentes alturas y radios alrededor del haz de radiación cuyo monitoreo contribuyó a elevar la calidad de la protección radiológica tanto para los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) como para el público en general, en un recinto de cobaltoterapia.

Dentro del recinto de irradiación, en los puntos 5 y 8, donde se ubican los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) durante las operaciones en la posición de fuente “guardada”, los niveles obtenidos de tasa de dosis equivalentes ambientales fueron menores a los niveles de tasa de dosis permisibles para una hora de exposición lo que excluye la posibilidad de efectos determinísticos en las gónadas y cristalino.

Predominan los valores de tasa de dosis equivalentes ambientales de $0,04\mu\text{Sv/h}$ en los locales aledaños al recinto de radiación, los que no representan riesgo de salud para el público que transita o permanece cerca del mismo.

Referencias

Organización Mundial de la Salud. 1977. Manual on Radiation Protection in Hospitals and Ge-

neral Practice, Vols 2–4, OMS, Ginebra.

Comisión Internacional de Protección Radiológica. 1996. Radiological Protection and Safety in Medicine, Publication No. 73, Ann. ICRP 26 2, Elsevier Science Ltd, Oxford.

Comisión Internacional de Protección Radiológica. 1997. Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (Revision of ICRP Publication No. 54) Publication No. 78, Ann. ICRP 27 3–4, Elsevier Science Ltd, Oxford.

International Commission for Radiation Protection, 2007. ICRP Recommendations, ICRP 103.

Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN). 2002. Programa Nacional de Fomento y Desarrollo de la Cultura de Seguridad en las Organizaciones vinculadas al uso de fuentes de radiaciones ionizantes, CNSN, La Habana.

Reverté. Guía de Seguridad para la práctica de Radioterapia. Habana. 2011. Reverté.

OIEA. Organismo Internacional de Energía Atómica. 1998. El accidente radiológico de Goiânia, Viena.

OIEA. Sobreexposición accidental de pacientes de radioterapia en San José. 2000a. (Costa Rica), Viena.

CIS. Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy. 2000b. Colección Informes de Seguridad No 17, Viena.

AIEA TECDOC 1151. Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: Protocolo de control de calidad. 2000c. Organismo Internacional de Energía Atómica. Viena.

International Commission on Radiological Protection, ICRP Oxford. 2009. Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. Publication 109.

Kohn L, Corrigan J, Donaldson M, eds. 1999. To err is human: building a safer health system. Institute of Medicine Report. Washington, DC: National Academy Press.

ICRU. Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas ICRU. 1993. Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, Bethesda.

ICRU. Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation. 1998. Report No. 60, ICRU, Bethesda.

Comisión Internacional de Protección Radiológica. 1997. General Principles for Radiation Protection of Workers, Publication No. 75, Ann. ICRP 27 1, Elsevier Science Ltd, Oxford.

OIEA. Organismo Internacional de Energía Atómica, 2001. Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Colección Informes de Seguridad No 20, Viena.

OIEA. Design and Implementation of a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects. 1998. IAEATECDOC-1040, Viena.

Vetter. R. 2005. Medical Health Physics: A review. Health Physics. Volume 88. Number 6. USA.

Buzzi, P. D. 2009. Sociedad Argentina de Radiología. Recuperado: 29 de junio de 2015. http://www.sar.org.ar/web/docs/dayrad/hisotria_radiologia.pdf.

McGinley P. 1998. Shielding Techniques for Radiation Oncology Facilities. Medical Physics Publishing. Madison. Wisconsin. USA.

Knoll, G.T. 2000. Radiation Detection and Measurement, 3rd Edition, Wiley, Nueva York.

International Atomic Energy Agency. 2012. International Conference on Radiation Protection in medicine, setting the scene for the next decade, Bonn.

International Commission for Radiation Protection, 2009. Preventing Accidental Exposures from New External Beam Radiation Therapy Technologies, ICRP 112.

Agra, Y. 2013. Programas de Organización y Factores Humanos en el Sistema de Salud Español, Estrategia de Seguridad del Paciente, Safety Granada.

International Atomic Energy Agency, 2014. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources. International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3, IAEA, Vienna.

Organización Mundial de la Salud. 2009. Marco Conceptual de la Clasificación Internacional para la Seguridad del Paciente, Informe Técnico.

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). 1997. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las f fuentes de radiación. Colección Seguridad N° 115.

PROTOCOLO DE ACTUACIÓN PARA LA PREVENCIÓN, DENUN- CIA, SEGUIMIENTO Y SANCIÓN, DE ACOSO SEXUAL Y VIOLEN- CIA BASADA EN GÉNERO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉC- NICA DE CHIMBORAZO

(ACTION PROTOCOL TO PREVENT, DENOUNCE, FOLLOW-UP AND
SANCTION SEXUAL HARASSMENT AND GENDER-BASED VIOLENCE
AT THE ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO)

R. Saeteros (1) *, B. Viteri (2) *, M. Barreno (3) *, T. Pérez (4) *, M. Rivadeneira (5) *, Baquero J (6) *
(1) Facultad de Salud Pública. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. rsaeteros@esPOCH.edu.ec
(2)(3)(4) (5) Departamento de Bienestar Estudiantil. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. bviteri@esPOCH.edu.ec; mbarreno_@esPOCH.edu.ec; tperez@esPOCH.edu.ec; m_rivadeneira@esPOCH.edu.ec
(6) Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. jennerbaquero@gmail.com

RESUMEN

Debido al grave impacto social que la violencia de género tiene en la sociedad ecuatoriana, con rango de mandato constitucional se establece la obligación del Estado de garantizar el derecho a la integridad personal, prohibir todo procedimiento inhumano, degradante o que implique violencia física, psicológica, sexual o coacción moral; debiendo adoptarse las medidas necesarias para prevenir, eliminar y sancionar estos actos. La violencia basada en género se ha convertido en un término general para cualquier daño que se cometa contra una persona, y que resulte de las desigualdades de poder que se basan en los roles de género y afectan la vida, en especial de las mujeres y de personas LGBTI (lesbianas, gay, bisexuales, travestis, transexuales, transgeneros e intersexuales). Por otro lado, el acoso sexual en la sociedad ecuatoriana persiste, como la mayor expresión de desigualdad y sometimiento de mujeres, profundamente arraigada en la cultura patriarcal. Estas situaciones emergieron como un problema de salud global la que no está exenta a la realidad de los Centros de Educación Superior, persiste la necesidad de búsqueda de estrategias para ofrecer soluciones reales para una convivencia pacífica y de respeto a los derechos humanos entre los actores de quehacer académico, investigativo y administrativo.

Palabras clave: Violencia basada en género. Acoso Sexual. Prevención de la Violencia. Desigualdad de género

ABSTRACT

Due to the serious social impact that gender violence has on Ecuadorian society, the constitution establishes the obligation of the State to guarantee the right to personal integrity, prohibit any inhuman procedure, degrading or implying physical, psychological, sexual violence or moral coercion; should be adopted the necessary measures to prevent, eliminate and punish such acts. Gender-based violence has become a general term for any harm done against a person, resulting from power inequalities that are based on gender roles and affect life, especially women and LGBTI people (lesbian, gay, bisexual, transvestite, transsexual, transgender and intersex). On the other hand, sexual harassment in Ecuadorian society persists, as the greatest expression of inequality and subjugation of women, deeply settled in patriarchal culture. These situations emerged as a global health problem that is not exempt from the reality of Higher Education Centers, persists the need to seek strategies to offer real solutions to peaceful coexistence and respect for human

rights among academic, investigative and administrative actors

Keywords: Gender-based violence. Sexual harassment. Violence prevention. Gender inequality.

1. Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), u Objetivos Globales, orientan la política de desarrollo durante los próximos años. Para lograr el desarrollo sostenible, define como uno de sus objetivos, lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas, y entre otras estrategias para lograr este propósito se plantea: poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo, y eliminar todas las formas de violencia contra todas las mujeres y las niñas en los ámbitos públicos y privado, incluidas la trata y la explotación sexual y otros tipos de explotación. (1)

La Constitución Política de la República del Ecuador, en su artículo 66, dispone la obligación del Estado de garantizar a todas las personas el libre y eficaz ejercicio, y goce de los derechos humanos establecidos en esta y en las declaraciones, pactos, convenios y más instrumentos internacionales vigentes. (2)

Dado el grave impacto social que la violencia de género tiene en la sociedad ecuatoriana, con rango de mandato constitucional se establece la obligación del Estado de garantizar el derecho a la integridad personal, prohibir todo procedimiento inhumano, degradante o que implique violencia física, psicológica, sexual o coacción moral, debiendo adoptarse las medidas necesarias para prevenir, eliminar y sancionar la violencia contra los niños, niñas, adolescentes, y mujeres adultas, en cumplimiento de lo establecido por la Constitución el gobierno ha asumido la responsabilidad de construir e implementar una política de Estado, prioritaria para erradicar la discriminación en razón de género, edad, etnia, condición social y opción sexual. (3)

En 1994, la Declaración de las Naciones Unidas sobre la Eliminación de la Violencia contra la Mujer ofreció la primera definición oficial del término “violencia de género”: “Todo acto de violencia de género que resulte o pueda resultar en sufrimiento físico, sexual o daño psicológico o sufrimiento a la mujer, incluidas las amenazas de tales actos, la coacción o la privación arbitraria de la libertad, ya sea que ocurra en público o en la vida privada”. (4)

De esta manera, la violencia basada en el género se ha convertido en un término general para cualquier daño que se cometa contra una persona, y que resulte de las desigualdades de poder que se basan en los roles de género. En todo el mundo, la violencia de género casi siempre tiene un impacto negativo mayor en las mujeres y en las niñas. Por esta razón, el término “violencia de género” a menudo se usa de manera intercambiable con el término “violencia contra la mujer”.

En todo el mundo, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo, las mujeres, adolescentes y niñas experimentan varias formas de violencia de género, tanto en la vida privada como en el ámbito público. Solamente tomando en cuenta su género, podemos ver que sus vidas muchas veces se caracterizan por varios tipos de violencias que se extienden desde el hogar hasta los espacios públicos. Ya sea en las calles de las ciudades, en el transporte público o en sus propios barrios, las mujeres, adolescentes y niñas están sujetas a varios tipos de violencia y abuso, desde el acoso sexual, tanto físico como verbal, hasta la agresión y violación. (5)

Según la Encuesta de Relaciones Familiares y Violencia de Género contra las mujeres, realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el 2011 con el apoyo de la Comisión de Transición hacia el Consejo de las Mujeres y la Igualdad de Género y el Ministerio del Interior, 6 de cada 10 mujeres refieren haber sufrido algún tipo de violencia de género y 1 de cada 4 ha sufrido algún tipo de violencia sexual a lo largo de su vida. Del total de mujeres encuestadas, el 53,9% refiere haber sufrido violencia psicológica, el 38% violencia física, el 25,7% violencia sexual y el 35,3% violencia patrimonial. (6)

La violencia de género sobrepasa el 50% en todas las provincias del país, en todos los niveles de instrucción y está generalizada en los 5 quintiles. El 42% de las adolescentes entre 15 y 19 años ha vivido algún tipo de violencia de género a lo largo de su vida y 1 de cada 10 mujeres ha sufrido algún tipo de abuso sexual en su infancia o adolescencia. (6)

La violencia de género en el ámbito privado ha sido ampliamente debatida y reconocida como una de las violaciones más habituales a los derechos humanos de las mujeres. Sin embargo, la violencia contra las mujeres en los espacios públicos, es un tema que ha sido tratado en contadas ocasiones en Ecuador.

El acoso sexual en la sociedad enfrenta un filtro cultural de violencia simbólica que lo naturaliza y se convierte en un sistema de estructuras de dominación, insertadas en los cuerpos, que en consecuencia dificulta su identificación como una forma de violencia sexual basada en género; la cual persiste en la sociedad, como la mayor expresión de la desigualdad y sometimiento de las mujeres, profundamente arraigada en las culturas patriarcales. (7)

La violencia basada en género, no constituye un hecho aislado, pues se afianza y reproduce en el conjunto de desigualdades que afectan la vida y los derechos de las mujeres y personas LGTBI (Lesbianas, gay, bisexuales, travestis, transexuales, transgeneros e intersexuales); por lo cual, se considera una prioridad incidir en la transformación de estas relaciones inequitativas en el ámbito de la Educación Superior; siendo necesario abordar el tema desde una perspectiva integral, a través de retos y desafíos que permitan generar estrategias de prevención y procedimientos específicos para el tratamiento de la violencia de género, de manera que sea considerada uno de los fundamentos del bienestar estudiantil. (8)

En el ámbito de las Instituciones de Educación Superior (IES) del Ecuador, no ha sido posible encontrar estadísticas específicas sobre acoso sexual y otras formas de violencia basadas en género. Sin embargo, investigadoras del ámbito nacional e internacional en sus ponencias compiladas en el libro Calidad de la Educación Superior y Género (Red de Educación Superior y Género del Ecuador, 2015) identifican a estos problemas como una de las principales brechas de género, que pueden afectar de manera trascendental las decisiones y el derecho a la Educación Superior, tanto de mujeres como de personas LGBTI. (8)

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) no está exenta a esta realidad, pues se han presentado denuncias al máximo organismo institucional de estudiantes que presentan casos y vivencias de acoso sexual en este ámbito; en los últimos años, tres estudiantes de esta universidad fueron asesinadas por sus parejas sentimentales; casos tipificados como feminicidios, por lo que se hace necesario atender estos problemas desde diferentes perspectivas.

La Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014-2017, elaborada por el Consejo Nacional de la Igualdad de Género, en el eje de derechos número 3 “Educación y Conocimiento”, plantea la generación de mecanismos de regulación, control y sanción del acoso, violencia sexual o cualquier tipo de vulneración de derechos en el ámbito educativo incluyendo la Educación Superior, tanto en establecimientos educativos públicos, como privados. (9)

En este contexto, en el Ecuador, el Consejo Nacional para la Igualdad de Género (CNIG) y la Universidad Central del Ecuador (UCE), han decidido abordar el tema de acoso sexual y la violencia basada en género (que incluye la violencia por orientación sexual y/o identidad de género), como una intervención fundamental en el proceso de erradicación de las desigualdades entre hombres, mujeres y personas LGBTI en el ámbito universitario y elaboran los lineamientos generales para un protocolo, cuyo propósito es definir los procedimientos y acciones recomendadas para la prevención, denuncia, sanción y seguimiento, respecto a casos de acoso sexual y violencia basada en género en las Instituciones de Educación Superior, en el país. (8)

Para ello se encuentra empeñado en abordar el tema desde una perspectiva integral a través de retos y desafíos, como: generar información e investigación respecto a brechas de género; gene-

rar en las instituciones de Educación Superior estrategias de prevención, normativa, instancias y procedimientos específicos para el tratamiento de la violencia de género, de manera que sea considerada uno de los fundamentos del bienestar estudiantil; crear espacios de discusión sobre la problemática de género en la comunidad estudiantil y sus instancias de liderazgo; promover la transformación de patrones culturales discriminatorios y sexistas; incorporar en las carreras científicas y tecnológicas la perspectiva de género; y fomentar acceso de las mujeres y personas LGBTI a carreras referentes a la investigación científica y tecnológica. (8)

2. Objetivos

- Establecer un protocolo que defina las acciones para la prevención, denuncia, seguimiento y sanción de los casos de acoso sexual y otras formas de violencia basada en género.
- Definir los procesos y mecanismos de coordinación con instancias internas en la ESPOCH para garantizar la atención integral, el acceso a la justicia y la restitución de los derechos vulnerados de los y las politécnicas víctimas de acoso sexual y violencia basada género.
- Prevenir y reducir la impunidad de los delitos que puedan cometerse en el ámbito del acoso sexual y la violencia basada en género.

3. Síntesis de la Información:

La violencia basada en género: definición, alcance y consecuencias

La Organización mundial de la Salud define a la violencia como el uso deliberado de la fuerza física o el poder, ya sea en grado de amenaza o efectivo, contra uno mismo, otras personas o un grupo o una comunidad, que causa o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muerte, daño psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones. La definición comprende tanto la violencia interpersonal como el comportamiento suicida y los conflictos armados. Cubre también una amplia gama de actos que van más allá del acto físico para incluir las amenazas e intimidaciones. Además de la muerte y las lesiones, la definición abarca igualmente innumerables consecuencias del comportamiento violento, a menudo menos notorias, como los daños psíquicos, privaciones y deficiencias del desarrollo que comprometen el bienestar de los individuos, las familias y las comunidades. (10)

A su vez, la categoría de análisis “género” aplicada al fenómeno social de la violencia permite reconocer las creencias, los símbolos y comportamientos, y en general, los significantes culturales a través de los cuales se diferencia socialmente los hombres (niños, adolescentes, jóvenes, adultos, adultos mayores) de las mujeres (niñas, adolescentes, jóvenes, adultas, adultas mayores), creando condiciones de desigualdad que producen lo que se ha definido como violencia, afectándolos de manera distinta y en grado diverso. (10)

En la convención interamericana para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra la mujer “Convención de Belém Do Para, en 1994, se reconoce que esta violencia es “una manifestación de las relaciones de poder históricamente desiguales entre mujeres y hombres” y la define como: “Cualquier acción o conducta basada en su género, que cause muerte daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico a la mujer, tanto el ámbito público como en el privado”; dicha convención agrega además que se entenderá que la violencia contra la mujer incluye violencia física, sexual y psicológica, en el ámbito público que tenga lugar en la comunidad y sea perpetrada por cualquier persona y que comprende entre otros, violación, maltrato abuso sexual, tortura, trata de personas, prostitución forzada, secuestro, acoso sexual en el lugar de trabajo, así como instituciones educativas, establecimientos de salud o cualquier otro lugar. (4)

Esta definición abarca una amplia gama de actos dañinos dirigidos a las mujeres y utiliza el tér-

mino “basada en género” para enfatizar que gran parte de esta violencia tiene sus orígenes en un orden social que discrimina a las mujeres por el hecho de ser mujeres y desvaloriza lo femenino, construyendo desigualdades sociales entre hombres y mujeres. Los principales actos dañinos infligidos contra las mujeres son la violencia familiar, el feminicidio, las violaciones sexuales, la trata, el hostigamiento sexual, la violencia por prejuicio, la discriminación, entre otras. (11)

En el caso de las mujeres, la violencia directa es claramente evidenciada y se ejerce contra sus derechos de sobrevivencia, de identidad, de bienestar y de libertad, a través de feminicidio, el maltrato, el desprecio, el acoso, la alienación identitaria proveniente de los modelos hegemónicos de feminidad, la ciudadanía de segunda categoría y la sistemática negación de derechos y de opciones y elecciones de vida para las mujeres. También forman parte de la violencia contra las mujeres, aquellas ideas y estereotipos que se mantienen vigentes hasta hoy día acerca de la pasividad y falta de impulso creativo de las mujeres. (11)

No cabe duda que la violencia basada en género está dirigida principalmente a las mujeres, pues las afecta de manera desproporcionada o exclusiva. No obstante, si también se considera como violencia la basada en género a todo acto dirigido contra cualquier persona que pretende confrontar el sistema de género, con el fin de encauzarla y someterla a tal sistema, esta violencia puede referirse a una amplia gama de situaciones que van de la violencia de pareja y otras que se dan en la intimidad del espacio familiar, hasta llegar a la violencia homofóbica y su efecto más perverso, el denominado “crimen de odio” contra personas con una orientación sexual diferente a la heterosexual, es decir homosexual o bisexual y una identidad que ha transgredido el género (transgénico), o el sexo (transexual). (11)

La denominación que se está adoptando es entonces la de “violencia basada en género”, que además de reconocer que principalmente se trata de una violencia dirigida por los hombres hacia las mujeres, permite que se tomen en cuenta además otras situaciones de violencia en el género contra aquellas personas que no se encasillan en el esquema binario sexo/género y que deben ser objeto de atención desde las políticas públicas, esto es, las poblaciones LGTBI. Por otro lado, el término “violencia basada en el género” es útil para incluir como perpetradores de violencia basada en género no sólo a los hombres, y como víctimas no sólo a las mujeres. (11)

La violencia basada en género, es una manifestación de los sistemas simbólicos de dominación patriarcal que son parte de las estructuras sociales, culturales, institucionales y para el presente caso, académicas. Se origina en las relaciones asimétricas de poder que tiene su base en los roles de género asignados social e históricamente a hombres y mujeres, de acuerdo a la construcción social del deber, ser de lo masculino y de lo femenino; que ha producido y reproducido relaciones desiguales entre los hombres y las mujeres. (3)

Es un tipo de violencia física, psicológica, simbólica o institucional, ejercida contra una persona o grupo de personas, sobre la base de su sexo o género, que perpetúa roles según estereotipos sexuales que niegan la dignidad humana e impacta de manera negativa su identidad y bienestar social, físico o psicológico. (12)

Las consecuencias de la violencia basada en género son variadas y de larga duración y tienen serias repercusiones en el proceso de desarrollo de los países. Este tipo de violencia es causa importante de morbilidad cuando no de muerte, y además se debe tener en cuenta su carácter acumulativo, que no se ciñe a la persona afectada, sino que tiene consecuencias intergeneracionales y genera costos institucionales, además de los costos humanos que ya son conocidos, entre los cuales cabe mencionar los que devienen de la pérdida de productividad y el ausentismo laboral. La gravedad y la prevalencia de estas conductas de violencia requieren redoblar esfuerzos para dar avances hacia su disminución y su completa erradicación. (11)

Bajo estos preceptos la violencia basada en género, es cualquier acción o conducta, basada en el género y agravada por la discriminación proveniente de la coexistencia de diversidad identidades

(raza, clase, identidad sexual, edad, pertenencia étnica, entre otras), que cause muerte, daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico a una persona, tanto en el ámbito público como en el privado. Se trata de aquella violencia que ocurre en un contexto de discriminación sistemática contra la mujer y contra aquellos que confrontan el sistema de género, sea al interior de las familias o fuera de ellas, al margen de su sexo, que no se refiere a casos aislados, esporádicos o episodios de violencia, sino que están retenidos al sistema de género imperante, que remite a una situación estructural y a un fenómeno social y cultural enraizado en las costumbres y mentalidades de todas las sociedades y que se apoya en concepciones referentes a la inferioridad y subordinación de las mujeres y la supremacía y poder de los varones. (11)

Hostigamiento sexual o acoso sexual

Es un tipo de violencia de género que afecta principalmente a las mujeres, puede afectar significativamente el plan de vida de la víctima, y con ello, sus posibilidades de desarrollo económico, social e intelectual; incluso, puede ocasionar efectos psicológicos que trasciendan a todas las esferas de su vida. (13)

Prácticas como el acoso sexual no solamente son normalizadas, sino también promovidas en virtud de acrecentar el ego de masculinidades violentas. La posición de abnegación obligada, por parte de las mujeres, cae en una especie de conformismo que la misma cultura impone. (14) La violencia sexual, se considera cualquier manifestación de violencia de una persona que se imponga a otra y la obligue a tener relaciones sexuales u otras prácticas análogas. Es todo acto sexual, la tentativa de consumir un acto sexual, los comentarios o insinuaciones sexuales no deseados, o las acciones para comercializar o utilizar de cualquier otro modo la sexualidad de una persona mediante coacción por otra persona independientemente de la relación de ésta con la víctima en cualquier ámbito, incluidos el hogar y el lugar de trabajo o estudio. El acoso sexual, el abuso sexual y la violación, son formas de violencia sexual. (15)

La violencia es un acto intencional de poder, ejercido por acción u omisión, con el objetivo de someter, dominar y controlar, imponer la voluntad de quien la ejerce por sobre la voluntad de la parte que la recibe, transgrediendo derechos y produciendo daño. (16)

De esta manera, se puede comprender al acoso sexual como todo comportamiento o acto de naturaleza sexual, de manera verbal, física, escrita o relacionado con la imagen de la persona, realizado por otra persona jerárquicamente superior, que no sea deseada por la persona y atente contra la dignidad de la víctima y resulte ofensiva, humillante, degradante o intimidatoria. Se considerará especialmente grave cuando median relaciones de docente a estudiante, de autoridad o dependencia. (8)

Algunos ejemplos de acoso sexual pueden ser: observaciones sugerentes y desagradables, chistes o comentarios sobre la apariencia o aspecto, y abusos verbales deliberados de contenido erótico o sexual. Invitaciones comprometedoras o con propósitos sexuales, contactos físico innecesario, rozamientos no deseados, uso sexualizado de imágenes del cuerpo de la víctima, a través de medios impresos o digitales, gestos obscenos, observación clandestina de personas en lugares reservados, como baños o vestuarios, demandas de favores sexuales, acompañados o no, de promesas explícitas o implícitas, de trato preferencial o de amenazas en caso de no acceder a dicho requerimiento, chantaje sexual, quid pro quo o de intercambio y agresiones físicas. (8)

Otros tipos de violencia

La violencia física y/o verbal, fácilmente visible en forma de conductas, es cualquier manifestación de violencia que cause lesiones; constituye todo acto de fuerza que cause daño, dolor o sufrimiento físico, cualquiera que sea el medio empleado y sus consecuencias, sin considerarse el tiempo que se requiera para su recuperación. (17)

La violencia psicológica, constituye cualquier manifestación de violencia que cause perjuicio en la salud mental, por actos de perturbación, amenaza, manipulación, chantaje, humillación, aisla-

miento, vigilancia, hostigamiento o control de creencias, decisiones o acciones. (18)

La violencia patrimonial, se define como daño, pérdida, transformación, sustracción, destrucción, retención o distracción de objetos, instrumentos de trabajo, documentos personales, bienes, valores, derechos o recursos económicos destinados a satisfacer las necesidades de las víctimas. (19)

La violencia simbólica, está relacionada con la emisión de mensajes, íconos o signos que transmiten y reproducen relaciones de dominación, desigualdad y discriminación que naturalizan o justifican la subordinación y la violencia contra las mujeres en la sociedad. Esta violencia simbólica se ejerce a través de la publicidad, las letras de canciones, del refranero y dichos populares juegos de vídeo, novelas, revistas, caricaturas políticas, entre otros. (20)

La violencia sexual, se considera cualquier manifestación, de violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar, de una persona que “se imponga a otra y la obligue a tener relaciones sexuales u otras prácticas análogas. Es todo acto sexual, la tentativa de consumar un acto sexual, los comentarios o insinuaciones sexuales no deseados, o las acciones para comercializar o utilizar cualquier otro modo la sexualidad de una persona mediante coacción por otra persona, independientemente de la relación de ésta, con la víctima, en cualquier ámbito, incluidos el hogar y el lugar de trabajo o estudio. (10)

Violencia contra personas LGBTI

La violencia contra las personas por su orientación sexual o su identidad de género, suele estar motivada por el deseo de castigar a quienes se considera que desafían las normas sociales. Estas agresiones se catalogan como actos de violencia por motivos de género. En muchos casos, no es necesario ser lesbiana, gay, bisexual o transgénero, para ser víctima; la mera percepción de homosexualidad o de identidad en tal sentido, es suficiente para poner en peligro a las personas. La violencia que enfrentan las personas lesbianas, gays, bisexuales, trans e intersex es diversa. (8,21) Por ello, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, analiza la situación de violencia que enfrentan las personas en la intersección entre las orientaciones sexuales e identidades de género no normativas y las variaciones en las características del sexo, por un lado, y los siguientes factores, por el otro: etnia; raza; sexo; género; situación migratoria; situación de defensor o defensora de derechos humanos; y la pobreza. Estos grupos pueden sufrir un ciclo continuo de violencia y discriminación causado por la impunidad y la falta de acceso a la justicia. (22)

Un informe regional sobre la violencia perpetrada contra las personas lesbianas, gays, bisexuales, trans e intersex (LGBTI) o percibidas como tales, o personas con orientaciones sexuales, identidades y expresiones de género no normativas, o cuyos cuerpos difieren del estándar socialmente aceptado de los cuerpos masculinos y femeninos. En varios países de la región se han registrado avances significativos en el reconocimiento de derechos de las personas LGBTI, pero continúan registrándose altos índices de violencia en todos los países de la región. Esta violencia, tal como lo demuestran los múltiples testimonios que recoge el informe, tiene altos niveles de ensañamiento y crueldad. Asimismo, hay una invisibilidad de la violencia cotidiana que afecta a estas personas que no se denuncia ni se reporta en los medios. (23)

Los órganos internacionales de derechos humanos, establecen las principales características y particularidades de la violencia contra las personas LGBTI, que entre otras son: castigar, muchas manifestaciones de esta violencia están basadas en el deseo del perpetrador de “castigar” identidades, comportamientos o cuerpos que difieren de las normas y roles de género tradicionales, o que son contrarias al sistema binario hombre/mujer; limpieza social, los malos tratos contra personas LGBTI, han sido utilizados para forzarlas a abandonar ciertas áreas, en el marco de las llamadas campañas de “limpieza social” o para desincentivar a personas LGBTI a reunirse en ciertos lugares; defensa por pánico gay/trans, en algunas ocasiones, la violencia contra hombres y mujeres, ocurre como reacción ante coqueteos o proposiciones realizadas por personas del mismo sexo. (8)

La violencia o discriminación por orientación sexual y/o identidad de género en el ámbito educativo, suele manifestarse de diferentes maneras, entre otras: invisibilización, no ser tomado en cuenta en clases o en actividades requeridas en el ámbito educativo; extorsión o chantaje, comportamiento amenazante que puede darse a cambio de no revelar su identidad de género u orientación sexual, el mismo que puede ser económico o sexual, donde la consecuencia de negarse, es perjudicial para la víctima, hostigamiento, comportamiento intenso, enfocado en molestar, perturbar o burlarse de la o el estudiante; restricciones de la libertad de expresión, se manifiesta mediante amenazas de no ser aceptado o aceptada en clases, a fin de obligar a la o el estudiante, utilice atuendos o ropa, y se comporte de determinada manera. (8)

Marco jurídico internacional, nacional y al interno de la ESPOCH

La Declaración sobre la Eliminación de la Violencia contra la Mujer, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1994, marca un hito fundamental en la definición de este hecho, en tanto incluye a la violencia acaecida al interior del núcleo familiar y la señala como una práctica atentatoria a los derechos humanos. Los principales avances de dicho instrumento legal es que reconoce los ámbitos en donde se ejerce violencia en contra de las mujeres, como sin la familia, la comunidad en general, así como la violencia perpetrada o tolerada por el estado; además determinó los actos que se enmarcan en la definición de violencia contra la mujer: violencia física, sexual, psicológica, incluidos los malos tratos, abuso sexual de niñas, violaciones, mutilación genital femenina, acoso sexual, trata de mujeres, prostitución forzada, entre otros. Esta declaración ha sido ratificada por el Ecuador y obliga al gobierno a implementar y dar seguimiento a leyes y políticas para prevenir, atender y sancionar la violencia contra las mujeres. (24)

Con respecto a la legislación internacional que reconoce y establece derechos para la población LGBTI, se menciona como los más importantes los Principios de Yogyakarta sobre la aplicación del Derecho Internacional de Derechos Humanos a las cuestiones de orientación sexual e identidad de género. Este documento, si bien no es de carácter vinculante para los Estados, por cuanto no son una Convención o una Declaración, permite aplicar las normas de derecho internacional de los derechos humanos en relación a la orientación sexual y la identidad de género. El texto provee los principios fundamentales para que las Naciones Unidas y los Estados avancen hacia la garantía y protección de los derechos humanos de las personas LGBTI. (25)

Por su parte, la Organización de Estados Americanos – OEA, emitió la resolución AG/RES. 2807, en junio de 2013, sobre los derechos humanos, orientación sexual e identidad y expresión de género, en la cual se condenan todas las formas de discriminación contra personas, por motivos de orientación sexual e identidad o expresión de género, e insta a los Estados a eliminar las barreras que enfrentan las personas LGBTI, en el acceso equitativo a la participación política y otros ámbitos de la vida pública, así como, evitar interferencias en su vida privada. También, insta a producir datos sobre la violencia homofóbica y transfóbica, con miras a promover políticas públicas. De manera explícita, promueve la protección de las personas intersex y la implementación de políticas y procedimientos, según corresponda, que aseguren la conformidad de las prácticas médicas, con los estándares reconocidos en materia de derechos humanos. También es importante destacar la reciente creación de la Relatoría sobre los derechos de las personas LGBTI de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), en noviembre del año 2013. Esta Relatoría tiene como objetivo monitorear la situación de los derechos humanos de las lesbianas, los gays, las personas bisexuales, trans e intersex en la región. (9)

Por otra parte, en la línea de la adopción de la legislación internacional en materia de derechos humanos por parte de los Estados, es importante señalar que el Ecuador ha incorporado en su normativa interna el principio de igualdad y no discriminación contemplado en varios de estos instrumentos, tales como: La Declaración Universal de los Derechos Humanos, Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, Convención Americana de Derechos Humanos, Convención

Internacional sobre la Eliminación de Toda Forma de Discriminación Racial, la Convención para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra las Mujeres, la Convención Internacional de los Derechos del Niño, la Convención Interamericana para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad, la Declaración sobre la Eliminación de todas las Formas de Intolerancia y Discriminación Fundadas en la Religión. (9) Los acuerdos y compromisos asumidos por el Ecuador constan en la Constitución del 2008, en el artículo 11, num. 2, artículo 66, num. 4; Art. 203, num.4; y artículo 330, entre otros. (2)

En el artículo 1; de este mismo cuerpo legal, se establece, que, el Ecuador es un Estado constitucional de derechos y justicia social, democrática, soberana, independiente, unitaria, intercultural, pluricultural y laico. El artículo 26, señala; la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. Las personas, las familias y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo. A su vez el artículo 27; menciona, la educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco de respeto de los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa, individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar.

El artículo 11, indica que el ejercicio de los derechos se regirá por los siguientes principios: numeral 2, todas las personas son iguales y gozarán de los mismos derechos, deberes y oportunidades. Nadie podrá ser discriminado por razones de etnia, lugar de nacimiento, edad, sexo, identidad de género, identidad cultural, estado civil, idioma, religión, ideología, filiación política, pasado judicial, condición socio-económica, condición migratoria, orientación sexual, estado de salud, portar VIH, discapacidad, diferencia física; ni por cualquier otra distinción, personal o colectiva, temporal o permanente, que tenga por objeto o resultado menoscabar o anular el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos. La ley sancionará toda forma de discriminación. El Estado adoptará medidas de acción afirmativa que promuevan la igualdad real en favor de los titulares de derechos que se encuentren en situación de desigualdad.

El artículo 66, numeral 3, reconoce y garantiza a las personas: el derecho a la integridad personal, que incluye: la integridad física, psíquica, moral y sexual; una vida libre de violencia en el ámbito público y privado. El Estado adoptará las medidas necesarias para prevenir, eliminar y sancionar toda forma de violencia, en especial la ejercida contra las mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, personas con discapacidad y contra toda persona en situación de desventaja o vulnerabilidad; idénticas medidas se tomarán contra la violencia, la esclavitud y la explotación sexual; y, la prohibición de la tortura, la desaparición forzada y los tratos y penas crueles, inhumanas o degradantes.

La Carta Magna, en el artículo 70, determina las facultades del mecanismo especializado para brindar asistencia técnica en la formulación y ejecución de políticas públicas para el logro de la igualdad y no discriminación de hombres y mujeres y personas LGBTI. La igualdad formal y sustantiva, se fundamenta en la valoración de las diferencias existentes en la sociedad, que pretende tomarlas en cuenta y asumirlas, no para oprimir y subordinar, sino para potenciar y propiciar el desarrollo personal y de los sujetos colectivos.

En el capítulo referido a los Derechos de Protección se garantiza la no revictimización, particularmente en la obtención y valoración de las pruebas, la reparación integral, restitución, indemnización, rehabilitación, garantía de no repetición y satisfacción del derecho violado (artículo 78). Y, en el Artículo 81: “la ley establecerá procedimientos especiales y expeditos para el juzgamiento

y sanción de los delitos de violencia intrafamiliar, sexual, crímenes de odio y los que se cometan contra niñas, niños, adolescente, jóvenes (...)" Esta disposición da lugar a que se eleve la categoría penal de los casos de violencia intrafamiliar a delitos.

El Código Orgánico Integral Penal (COIP), tipifica tres tipos de delitos de violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar: violencia física, violencia psicológica y violencia sexual (Arts. 156, 157 y 158). Y en el artículo 159, se tipifica la contravención de violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar. Hace importantes avances en la tipificación de delitos que atentan contra la dignidad humana y la inviolabilidad de la vida, el femicidio, la trata de personas, diversas formas de explotación, la violencia intrafamiliar, delitos contra la integridad sexual y reproductiva, acoso sexual, violación, discriminación y delitos de odio. (26)

Por su parte la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), coherente con los nuevos principios constitucionales establecidos en la Constitución de la República vigente, con los instrumentos internacionales de derechos humanos que regulan los principios sobre Educación Superior, con los nuevos desafíos del Estado que busca formar profesionales y académicos con una visión humanista, solidaria, comprometida con los objetivos nacionales y el Buen Vivir, en un marco de pluralidad y respeto, que contribuya a la transformación de la sociedad, a su estructura social, productiva y ambiental, formando profesionales y académicos con capacidades y conocimientos que respondan a las necesidades del desarrollo nacional y a la construcción de ciudadanía, establece, entre otras: el derecho a recibir una Educación Superior laica, intercultural, democrática, incluyente y diversa, que impulse la equidad de género, la justicia y la paz y el principio de igualdad de oportunidades que consiste en garantizar a todos los actores del Sistema de Educación Superior las mismas posibilidades en el acceso, permanencia, movilidad y egreso del sistema, sin discriminación de género, credo, orientación sexual, etnia, cultura, preferencia política, condición socioeconómica o discapacidad. (27)

Uno de los fines de la Educación Superior descritos en la LOES, indica: La Educación Superior y el buen vivir.- La Educación Superior es condición indispensable para la construcción del derecho del buen vivir, en el marco de la interculturalidad, del respeto a la diversidad y la convivencia armónica con la naturaleza. Se indica además las responsabilidades de los centros de Educación Superior en cuanto al ámbito de bienestar; y cita en el artículo 86 que se encargará a la unidad de bienestar estudiantil de los centros de Educación Superior, entre otras situaciones: promover un ambiente de respeto a los derechos y a la integridad física, psicológica y sexual de las y los estudiantes, en un ambiente libre de violencia y brindará asistencia a quienes demanden por violaciones de estos derechos. Esta unidad formulará e implementará políticas, programas y proyectos para la prevención y atención emergente a las víctimas de delitos sexuales, se implementarán programas y proyectos de información y prevención integral del uso de drogas, bebidas alcohólicas, cigarrillos y derivados del tabaco. (27)

La Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014-2017 elaborada por el Consejo Nacional de Igualdad de Género, en el eje de derechos número 3 "Educación y Conocimiento", plantea la "generación de mecanismos de regulación, control y sanción del acoso, violencia sexual o cualquier tipo de vulneración de derechos en el ámbito educativo incluyendo la Educación Superior, tanto en establecimiento educativos públicos, como privados". (28)

En el Estatuto Politécnico de la ESPOCH, se establece en el artículo 78, que: la Dirección de Bienestar Estudiantil es el órgano administrativo institucional que brinda apoyo a las autoridades del proceso gobernante y demás autoridades académicas y administrativas; tiene por propósito promover el bienestar de las y los estudiantes de grado y posgrado. Para el cumplimiento de sus atribuciones y responsabilidades se apoyará en los servicios de: Atención de Salud Integral; Atención a Estudiantes con Discapacidad; Alimentación y Comedor Politécnico; Atención y Cuidado Infantil; Orientación Vocacional y Profesional; y, el Servicio de Becas. (29)

Dentro de las atribuciones y responsabilidades del Departamento de Bienestar Estudiantil, en el artículo 80, en lo referente al acoso sexual y violencia basada en género, dispone: establecer políticas y estrategias para fomentar el bienestar de las y los estudiantes; propiciar que las y los estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, gocen de un ambiente adecuado para el desarrollo de sus actividades; coordinar, planificar y ejecutar actividades que promuevan el bienestar físico, psicológico y social de las y los estudiantes; formular e implementar políticas, programas y proyectos para la prevención y atención emergente y legal a las víctimas de violencia y delitos sexuales; formular e implementar políticas para promover los principios de no discriminación, igualdad de oportunidades y de acción afirmativa, mediante programas, proyectos y actividades para la protección de los derechos constitucionales de las y los estudiantes; diseñar programas y proyectos para promover el respeto a los derechos y a la integridad; formular e implementar planes de acción para promover los derechos de las y los estudiantes con discapacidad; y, desarrollar e implementar programas y proyectos, en acciones de prevención y protección de las y los estudiantes. (29)

Protocolo de procedimientos y acciones para la prevención de acoso sexual y otras formas de violencia de género en la ESPOCH

Los protocolos son instrumentos técnicos y operativos de aplicación directa, y permiten dar una orientación práctica de los procedimientos y procesos a seguir para dar respuesta a una determinada situación, e identifica claramente las partes o instancias responsables de su aplicación e implementación. (5)

Al mismo tiempo, un protocolo, brinda instrucciones operativas y claras sobre qué hacer, los procedimientos, las instancias y funcionarios o funcionarias responsables de generar la atención necesaria para dar respuesta a un problema determinado y, así atender la situación generada y restituir, en la medida de lo posible un derecho vulnerado. (5)

El protocolo de actuación para la prevención, denuncia, seguimiento y sanción, de casos de acoso sexual y violencia basada en género en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, tiene como objetivo ser un instrumento práctico que actúe de manera oportuna, con calidad calidez, desde un enfoque de derechos humanos, de género, generacional, de derechos sexuales y reproductivos, de derechos de la minorías sexuales, que guíe la atención y respuesta coordinada, articulada e intersectorial y que reduzca la impunidad del victimario ante las situaciones de acoso sexual y violencia basada en género, que puedan darse al interior de la ESPOCH. Se pretende articular la estructura y el procedimiento interno, para la atención de los casos de violencia de género a través de las instancias institucionales, realizar actuaciones que garanticen una mejor atención; y, dar certeza a la comunidad politécnica sobre cómo funcionan tales mecanismos en estos casos. Los miembros de la Comunidad Politécnica tienen derecho a defender su pensamiento, a que se reconozcan y acepten sus diferencias; a disentir de la mayoría y a buscar su propia identidad, a convivir en un ambiente libre de expresiones u actos discriminatorios, violencia e intolerancia; a una convivencia armónica y solidaria entre politécnicos. Es un deber y una responsabilidad de todos y todas mantener relaciones pacíficas, procurar el diálogo equitativo y respetuoso, como un mecanismo para superar las diferencias, y evitar el ejercicio de la violencia.

Población objetivo

El protocolo está dirigido para proteger los derechos de todos los miembros de la comunidad de la ESPOCH, con especial énfasis en las y los estudiantes y grupos vulnerables como las mujeres, minorías sexuales, personas con discapacidad, embarazadas, entre otros que pos su condición se puedan considerar en estado vulnerable.

Métodos y Estrategias

Establecer estrategias de sensibilización en derechos humanos, género y prevención de la violencia basada en género; así como acciones para la erradicación de la violencia basada en género en el ámbito universitario, como uno de los fundamentos del bienestar estudiantil y politécnico; promover acciones que garanticen la participación de todos los estamentos: autoridades, docentes, personal administrativo, y de manera particular, las y los estudiantes; garantizar el respeto a la identidad y orientación sexual de cada uno de los miembros de la comunidad politécnica, con fundamento en la legislación nacional, en los principios del “Buen Vivir” y en los parámetros de calidad de la Educación Superior; crear espacios de discusión sobre la problemática de género en la comunidad estudiantil y en sus instancias de liderazgo, para conseguir que se conviertan en ejes promotores de la igualdad y en instancias veedoras de las estrategias y procesos creados, para la prevención de la violencia basada en género y promoción de derechos humanos; e, implementar la ruta para denunciar y dar seguimiento de los casos de discriminación, acoso sexual y otras formas de violencia basada en género; la misma se puede observar en el Anexo 1.

En concordancia con el Plan Estratégico Institucional 2014-2018 y el Plan Nacional del Buen Vivir, las autoridades institucionales, buscan satisfacer las necesidades de los miembros de la comunidad politécnica; por lo que, a través de la Dirección de Bienestar Estudiantil y en coordinación con las diferentes unidades académicas y administrativas, ejecutarán las siguientes estrategias: realizar actividades de formación, campañas de sensibilización y jornadas de difusión, que garanticen el posicionamiento público de la institución, de rechazo a cualquier forma de violencia de género; adoptar medidas que permitan la detección o identificación de situaciones de violencia de género; establecer puntos de atención y asesoramiento; crear ambientes favorables hacia las mujeres y de solidaridad hacia las víctimas, a través del acompañamiento profesional multidisciplinario permanente; identificar a través de herramientas de investigación los conocimientos, actitudes y prácticas del personal (de acuerdo al ámbito de aplicación) para determinar el nivel, alcance y tipo de sensibilización y capacitación que deberá emprenderse; coordinar con los diferentes estamentos institucionales para desarrollar acciones conjuntas que permitan crear espacios seguros y libres de violencia basada en género; e, incluir en todos los procesos de inducción de estudiantes y talento humano, la política de igualdad de género institucional, la prevención de la violencia basada en género y la no discriminación.

Ámbito de aplicación

Órganos responsables: Vicerrectorado Administrativo; Dirección de Bienestar Estudiantil; y, la Comisión Especial Institucional Disciplinaria.

El Vicerrectorado Administrativo, tiene a su cargo el dirigir la gestión para conseguir el bienestar estudiantil y de la comunidad politécnica. La Dirección de Bienestar Estudiantil, de acuerdo a lo que establece la Ley Orgánica de Educación Superior y el Estatuto Politécnico, es la unidad responsable, entre otras actividades: “...promover la orientación vocacional y profesional y profesional; promover un ambiente de respeto a los derechos y a la integridad física, psicológica y sexual de las y los estudiantes, en un ambiente libre de violencia, y brindará asistencia a quienes demanden por violaciones de estos derechos...”. Para ello, coordinará con profesores de la carrera de Promoción y Cuidados para la Salud, de manera particular, con los responsables de la cátedra de Salud Sexual, Género y otras afines; así como con los responsables de la Secretaría de la Mujer y Género de la Federación de Estudiantes Politécnicos de Chimborazo (FEPOCH), las acciones de prevención y/o acompañamiento de los casos que se identifiquen.

La Comisión Especial Disciplinaria de la ESPOCH, será designada por el máximo organismo institucional para cada caso en el que exista una denuncia; quienes deberán incluir de manera paritaria a los diversos estamentos de la comunidad politécnica, a los que pertenezcan los involucrados, debiendo actuar como Secretario Ad-hoc, un abogado designado por la Dirección Jurídica Institucional. La Comisión, garantizará el debido proceso y el derecho a la defensa; y, actuará en

base a lo establecido en el Reglamento Disciplinario de la ESPOCH, que esté vigente, para establecer las sanciones que correspondan; así como tomará en cuenta las leyes conexas para sugerir el trámite de los casos que ameriten otras instancias competentes.

Procedimiento de acción y respuesta a los casos de discriminación, acoso sexual y violencia basada en género

El protocolo contempla los siguientes momentos para la actuación: Prevención; Detección y Valoración del Caso; Atención, Orientación y Registro del Caso; Coordinación, Referencia o Derivación; Acompañamiento a las Víctimas; Seguimiento, Monitoreo y Cierre del Caso; Seguimiento, Monitoreo y Evaluación de la Atención y el Protocolo.

Condiciones generales

Podrá presentar una queja o denuncia la persona que considere haber sido víctima de discriminación, acoso sexual, o un acto de violencia basada en género, así como terceras personas que tengan conocimiento directo de hechos materia de este protocolo. Esta queja o denuncia deberá presentarse en el Departamento de Bienestar Estudiantil.

Procedimiento General.- Detección o denuncia de los casos de discriminación, acoso sexual y violencia basada en género.

La ESPOCH, coordinará la implementación de este protocolo con otras instituciones del Estado, que tienen competencia en la materia, para garantizar la atención integral, la protección y seguridad de las víctimas, así como el acceso a la justicia, como son: Policía Nacional, Fiscalía General del Estado, Consejo de la Judicatura Unidades de Flagrancia; y, Unidades Judiciales de Garantías Penales.

Los casos donde se presume: discriminación, acoso sexual y violencia basada en género son delitos, y como tal, deben ser conocidos por la Fiscalía; sin embargo, la institución debe resolver los casos en el ámbito de su competencia, es decir, en lo académico y administrativo; por lo que se deberá aplicar el siguiente procedimiento: La Dirección de Bienestar Estudiantil, a través de su equipo técnico conocerá el caso, realizará una entrevista de valoración y el registro de información en la ficha de seguimiento establecida para el efecto; brindará asesoramiento profesional, atención médica y psicológica, así como asesoría legal; informará a la víctima sobre sus derechos y el procedimiento a seguir para instaurar la denuncia en la Fiscalía; realizará el acompañamiento a la víctima a la Fiscalía más cercana, en caso de que haya decidido presentar la denuncia; emitirá de manera urgente un informe confidencial y pondrá el hecho en conocimiento del Vicerrectorado Administrativo; y, desde esta instancia, se hará conocer al Señor Rector, como máxima autoridad institucional, quien deberá poner en conocimiento de las instancias internas correspondientes, para iniciar el trámite administrativo respectivo; y, simultáneamente, la Rectora o el Rector u otras personas responsables de las instituciones educativas están obligados legalmente a poner en conocimiento de la Fiscalía General del Estado, cualquier presunción de delito que tenga lugar en la institución educativa.

Procedimiento administrativo

El Art. 207 de la Ley Orgánica de Educación Superior (22), establece en su parte pertinente: "... Los procesos disciplinarios se instauran, de oficio o a petición de parte, a aquellos estudiantes, profesores o profesoras e investigadores o investigadoras que hayan incurrido en las faltas tipificadas por la presente Ley y los Estatutos de la Institución. El Órgano Superior deberá nombrar una Comisión Especial para garantizar el debido proceso y el derecho a la defensa. Concluida la investigación, la Comisión emitirá un informe con las recomendaciones que estime pertinentes. El Órgano Superior dentro de los treinta días de instaurado el proceso disciplinario deberá emitir una resolución que impone la sanción o absuelve a las y los estudiantes, profesores o profesoras

e investigadores o investigadoras. Las y los estudiantes, profesores o profesoras e investigadores o investigadoras, podrán interponer los recursos de reconsideración ante el Órgano Superior de la Institución o de apelación al Consejo de Educación Superior. Los servidores y trabajadores se regirán por las sanciones y disposiciones consagradas en el la LOSEP y Código de Trabajo respectivamente.

En cumplimiento al artículo enunciado, el Rector pondrá en conocimiento del Órgano Superior el hecho, para que se nombre la Comisión Especial de Asuntos Disciplinarios, en base a la Resolución Normativa que regula el procedimiento disciplinario en la ESPOCH; para que lleve a efecto el proceso de investigación, debiendo garantizar el debido proceso y el derecho a la defensa, y emita las conclusiones y recomendaciones que estime pertinentes, a fin de que el Órgano Superior, emita la resolución que el caso amerite.

El seguimiento de las sanciones y/o acuerdos derivados de la mediación (establecida en la Ruta) tendrá como fin vigilar la eficiencia de las medidas adoptadas y así evitar problemas de reincidencia, minimizar el impacto de los hechos ocurridos, restaurar el ambiente sano y seguro, y prevenir otros actos de violencia o la victimización. Para ello, se deberá mantener comunicación directa y permanente con la persona afectada, para dar seguimiento al menos hasta un año después del acuerdo entre las partes o la resolución del caso.

Procedimiento judicial

La institución, a través de la Dirección de Bienestar Estudiantil, realizará el acompañamiento a los involucrados a la realización de las diligencias que judicialicen los supuestos actos de violencia, para lo cual deberá informar a la víctima el procedimiento a seguir.

Si el delito de acoso sexual o violencia de género que se ha producido es un delito flagrante, es decir, que se ha producido el mismo momento, se debe notificar inmediatamente el hecho en las unidades de flagrancia del Consejo de la Judicatura, quienes iniciarán el proceso de judicialización del caso, de acuerdo a sus procedimientos y a la normativa vigente. Se debe informar por separado a la víctima y al supuesto agresor de sus derechos y del procedimiento que se deberá seguir para la denuncia e inicio del proceso judicial. Si la víctima decide presentar la denuncia, se trasladará por separado a la víctima, acompañantes y testigos y al agresor a la Fiscalía Provincial o a la Unidad de Flagrancia más cercana, para que se presente la denuncia y se inicie el proceso judicial.

En el caso de delitos no flagrantes: Todo acto de acoso sexual o violencia basada en género es un delito y como tal debe ser denunciado y puesto en conocimiento de la Fiscalía más cercana, para que pueda iniciarse el proceso judicial de acuerdo a los procedimientos internos y a la normativa vigente.

Resultados Previstos

La Dirección de Bienestar Estudiantil realizará el seguimiento y evaluación, para lo cual deberá mantener un registro permanente de los casos, bajo estricta confidencialidad y realizará el correspondiente seguimiento, para conocer el estado de los mismos; y, elaborará reportes anuales que evidencien el estado de los procesos, así como los resultados obtenidos y medidas adoptadas.

4. Conclusiones

En la revisión bibliográfica, el acoso sexual y la violencia basada en género emergió como un problema de salud global la que no está exenta a la realidad de los centros de Educación Superior, persiste la necesidad de búsqueda de metodologías que permita su acción para la prevención, denuncia, sanción y seguimiento de los casos de discriminación, acoso sexual y otras formas de

violencia basada en género en el ámbito de la Educación Superior.

El marco de las políticas nacionales, internacionales y locales, dejan ver la importancia y la trascendencia de la legislación para alcanzar la plena igualdad de género como un derecho humano fundamental. Sin duda los espacios legislativos y operativos en cada Centro de Educación Superior deben generar el compromiso y la obligatoriedad de implementar y monitorear permanente, políticas públicas en beneficio de precautelar los derechos y el bienestar de la comunidad estudiantil, universitaria y politécnica.

El presente documento, contiene los lineamientos generales y metodológicos para la actuación frente a casos de discriminación, acoso sexual y otros tipos de violencia basada en género en el contexto universitario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; por su naturaleza, es una herramienta flexible y perfectible, cuya puesta en práctica y sus primeros resultados, serán evaluados para identificar los ajustes necesarios para su mejora; su finalidad es servir de guía a las instancias institucionales, responsables de brindar atención a los casos de discriminación, acoso sexual y violencia basada en género, para dar un tratamiento adecuado a los mismos; y garantizar a los integrantes de la comunidad politécnica en condición de víctimas, tengan un acceso efectivo a los servicios y medidas de asistencia, atención y protección, con enfoque de género, diverso sensible, basada en derechos humanos y con énfasis en condiciones de vulnerabilidad.

5. Referencias Bibliográficas

1. Organización de Naciones Unidas. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Nueva York: ONU; 2017.
2. Constitución de la República del Ecuador 2008 No. 449 (Oct-10-2008). Suplemento del Registro Oficial Órgano de Gobierno del Ecuador. Editorial Nacional; 2008.
3. Plan Nacional de erradicación de la violencia de género hacia la niñez, adolescencia y mujeres. Decreto No. 620 (Sep-10-2007). Palacio Nacional en San Francisco de Quito, Distrito Metropolitano; 2007.
4. Organización de Estados Americanos. Convención interamericana para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra la mujer “Convención de Belém Do Para. Washington, D.C: OEA; 1994.
5. Organización de Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el empoderamiento de Mujeres. Protocolo de actuación en casos de violencia sexual en el sistema integrado de transporte de pasajeros de Quito. Quito: ONU MUJERES; 2014.
6. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Encuesta de Relaciones Familiares y Violencia de Género contra las mujeres. Ecuador: INEC; 2011.
7. Sandoval M. Bourdieu P. La teoría sobre la dominación masculina. Revista Colombiana de Sociología [Internet]. 2002 [citado 14 May 2017]; 7(1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/16269/1/11150-26720-1-PB.pdf>.
8. Consejo Nacional para la Igualdad de Género. Universidad Central del Ecuador. Lineamientos Generales para la respuesta al acoso sexual y otras formas de violencia basada en género en las Instituciones de Educación Superior en el Ecuador. Quito: CNIG, UCE; 2016.
9. Consejo Nacional de la Igualdad de Género. Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014 – 2017. CNIG; Quito; 2014.
10. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial de la prevención de la violencia .Washington, D.C: OMS; 2002.
11. Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables. Violencia Basada en Género. Marco conceptual para las políticas públicas y la acción del estado: Perú; MMPV; 2016.
12. Sáez, M. Violencia de Género. Revista American University Washington College of Law [Internet]. 2014 [citado 28 Abr 2017]: [aprox. 53 p.]. Disponible en: <https://works.bepress.com/>

macarena_saez/2/download/.

13. Ferrer-Pérez, V. A., & Bosch-Fiol, E. The perception of sexual harassment at university/La percepción del acoso sexual en el ámbito universitario. *Revista de Psicología Social* [Internet]. 2014 [citado 20 Abr 2017]; 29(3), [aprox. 39 p.]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02134748.2014.972709>.
14. Navarro-Guzmán, C., Ferrer-Pérez, V. A., & Bosch-Fiol, E. El acoso sexual en el ámbito universitario: propuesta de una escala de medida. *Universitas Psychologica* [Internet]. 2016 [citado 20 Abr 2017]; 15(2); [aprox. 12 p.]. Disponible en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revPsycho/article/view/8144>.
15. Ojeda, T. El autocuidado de los profesionales de la salud que atienden a víctimas de violencia sexual. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia* [Internet]. 2015 [citado 20 Abr 2017]; 52 (1): [aprox. 6 p.]. Disponible en: <http://www.spog.org.pe/web/revista/index.php/RPGO/article/download/347/319>.
16. Herrera A, Pina A, Herrera M, & Expósito, F. Herrera, A., Pina, A., Herrera, M. C., & Expósito, F. (2014). ¿Mito o realidad? Influencia de la ideología en la percepción social del acoso sexual. *Anuario de Psicología Jurídica* [Internet]. 2014 [citado 20 Abr 2017]; 24(1): [aprox. 7 p.]. 1-7. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S1133074014000075/1-s2.0-S1133074014000075-main.pdf?_tid=15f7949e-2ddb-11e7-a6bf-00000aab0f27&acdnt=1493580644_e4ebfe5ff85d-cab85ee88e6019565e61.
17. Taype-Rondán Á. Lizarraga-Castañeda Z. Mayor-Vega A. & Mariños-Claudet A. Percepción de violencia durante el internado de medicina en una universidad peruana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* [Internet]. 2016 [citado 20 Abr 2017]; 33(2): [aprox. 2 p.]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v33n2/a32v33n2.pdf>.
18. López S. Gómez-Sánchez P. & Arevalo-Rodríguez I. Violencia contra la mujer. Análisis en el Instituto Materno Infantil de Bogotá, Colombia, 2005. Estudio de corte transversal. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* [Internet]. 2016 [citado 21 Abr 2017]; 59(1): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.revista.fecolsog.org/index.php/rcog/article/download/425/463>.
19. Deere C. Twyman J. & Contreras J. Género, estado civil y la acumulación de activos en el Ecuador: una mirada a la violencia patrimonial. *Contrapunto*. [Internet]. 2014 [citado 20 Abr 2017]; [aprox. 32 p.]. Disponible en: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/6546/1/RFLACSO-Eu5-05-Deere.pdf>.
20. Gutiérrez R. (2014). La violencia simbólica de la explotación sexual de mujeres en una celebración estudiantil. *Salud mental* [Internet]. 2014 [citado 20 Abr 2017]; 37(4): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v37n4/v37n4a8.pdf>.
21. Verduzco I. Violencia institucional homofóbica y emociones de hombres gay de la Ciudad de México. *Revista Puertorriqueña de Psicología* [Internet]. 2015 [citado 22 Abr 2017]; 25(2): [aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://www.repsaspr.net/index.php/rep/article/viewFile/262/249>.
22. Huertas R. & Báez L. Género, discriminación y violencia. *Estudios Socio-Jurídicos* [Internet]. 2016 [citado 23 Abr 2017]; 18(2): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/sociojuridicos/article/view/5068>.
23. Boivin R. «Se podrían evitar muchas muertas». Discriminación, estigma y violencia contra minorías sexuales en México. *Sexualidad Salud y Sociedad. Revista Latinoamericana* [Internet]. 2014 [citado 23 Abr 2017]; [aprox. 34 p.]. Disponible en: <http://repositorio.gire.org.mx/bitstream/123456789/2570/1/293330166006.pdf>.
24. Consejo Nacional para la Igualdad de Género. La violencia de Género contra las mujeres en el Ecuador. Análisis de los resultados de la Encuesta Nacional sobre Relaciones Familiares y Violencia de Género contra las mujeres. CNIG: Quito; 2014.
25. De Yogyakarta. Principios de Yogyakarta. Principios sobre la aplicación de la legislación

internacional de derechos humanos en relación con la orientación sexual y la identidad de género: Yogyakarta; 2007.

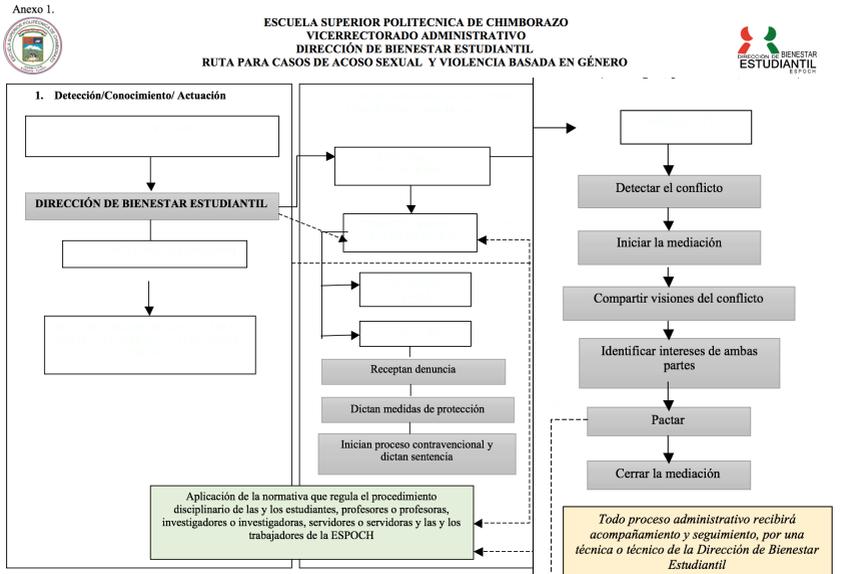
26. Código Orgánico Integral Penal. 2014. No. -180 (Feb-10-2014). Suplemento del Registro Oficial Órgano de Gobierno del Ecuador. Editorial Nacional; 2014.

27. Ley Orgánica de Educación Superior 2010 No. 298 (Oct-12-2010). Suplemento del Registro Oficial Órgano de Gobierno del Ecuador. Editorial Nacional; 2010.

28. Quintana Y. Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género; Ecuador: 2014.

29. Estatuto de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2013 No. 278 (JUL-07-2013). Consejo de Educación Superior del Ecuador: ESPOCH; 2013.

Anexo 1.



ESTUDIO PARA EL ANÁLISIS Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES CARDÍACAS USANDO IEEE802.15.4

(STUDY FOR ANALYSIS AND TRANSMISSION OF CARDIAC SIGNALS USING IEEE802.15.4)

J.J. Cevallos-Medina(1), D.P. Chapalbay-Chungata(1), J.I. Chiluisa-Cabezas(1), F.E. Fiallos-Lozada(1), T.F. Flores-Pulgar(2)*

(1) Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060154.

(2) Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060154.

*Correspondencia. Tel.: 00 593 98 818 2576, E-mail: tfloresp@esepoch.edu.ec (T.F. Flores Pulgar)

RESUMEN

En este artículo se describe un nuevo prototipo de transmisión de señales cardíacas para su análisis y supervisión mediante la utilización de tecnología IEEE802.15.4, es decir Zigbee. La descripción general del dispositivo es presentada, la adquisición y acondicionamiento de la señal se realiza a través de sensores de electrodos superficiales respetando la configuración propuesta por Einthoven. El desarrollo y pruebas de un dispositivo multicanal de adquisición y transmisión de señales electrocardiográficas se construirá a futuro, permitiendo el monitoreo en tiempo real sin interferencia y señales parásitas gracias a su protocolo de comunicación en tecnología Zigbee.

Palabras claves: Holter, Protocolo, Topología, ECG, WPAN

ABSTRACT

In this paper a new prototype of transmission cardiac signals for analysis and monitoring is described using IEEE802.15.4 that means, Zigbee technology. The general description about this device is showing, acquisition and remodeling signals modules are create with superficial electrodes, for this, we respect the configuration presented by Einthoven. The development and testing of a multichannel device acquisition and transmission of ECG signals, enabling real-time monitoring without interference and parasitic signals through its communication protocol, is searching.

Key words: Holter, Protocol, Topology, ECG, WPAN

1. Introducción

En el mundo de las telecomunicaciones actualmente, la transmisión y recepción de información resulta muy problemática, porque al existir diversas señales en el medio, éstas llegan a producir interferencias electromagnéticas, provocando que la señal al ser analizada no sea la real. Con el avance de la tecnología sobre la transmisión de datos, se han creado dispositivos capaces de transmitir señales seguras con bajas tasas de congestión (1).

El sistema de transmisión a utilizar posee una interfaz de comunicación básica y confiable, además de ser económica porque requieren de pocos elementos adicionales para su implementación y construcción. ZigBee ofrece la posibilidad de monitoreo de diversos sensores con un solo módulo, porque permite controlar diferentes tipos de variables durante periodos de tiempo distintos. Este trabajo está dividido en seis secciones, en la primera sección se ha desarrollado la introduc-

ción, luego en la sección dos realizamos una descripción general del sistema, para continuar en la sección tres con el método usado para adquirir los datos, luego en la sección cuatro se explicará cómo se procesará la señal, y finalmente, en la sección cinco mostramos las conclusiones y trabajo futuro.

2. Descripción General del Sistema

Para el desarrollo e implementación del análisis y la posterior transmisión de datos, éste se puede describir generalmente por medio de un diagrama de bloques que consta de tres etapas (3), Fig. 1:

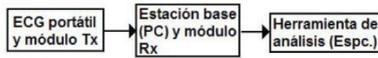


Fig. 1 Diagrama General del Sistema. (Fuente: Caicedo et al., 2005)

2.1 ECG Portátil y Módulo de Transmisión

El ECG (Electrocardiógrafo) portátil debe ser diseñado con el menor tamaño posible (portable) y pueda ser transportado por el paciente; capaz de adquirir y procesar la señal, realizar el filtrado de todo el ruido presente en este tipo de señales como el ruido térmico de los dispositivos; será capaz de transmitir de manera constante las señales de información requerida en la estación receptora a través de un módulo ZigBee, y aprovechando la banda de frecuencia ISM de 2.4 GHz, la cual es una banda libre usada para prácticas técnicas y científicas.

2.2 Estación Base y Módulo de Recepción

Recibe las señales enviadas por el ECG portátil (en modo inalámbrico) para luego analizar los datos mediante un software que extraerá algunas características básicas de la señal de ECG, con el fin de realizar algunas pruebas de detección de alguna anomalía cardíaca.

2.3 Herramienta de Análisis (Especificada)

El especialista visualiza los registros guardados en la estación base mediante una herramienta de análisis donde puede observar la forma de onda de la señal (previamente analizada con técnicas de procesamiento digital de señales), tres diferentes derivaciones, el ritmo cardíaco e intervalos de posibles anomalías cardíacas.

3. Adquisición y Acondicionamiento

Este tipo de señales, provenientes del corazón humano, son muy pequeñas (del orden de los milivoltios - mV) y fácilmente afectadas por ruido proveniente de ondas electromagnéticas, la red eléctrica, los ruidos acoplados de otros dispositivos, las contracciones musculares, la respiración y el contacto entre el electrodo y la piel. Por tales razones para realizar la adquisición de este tipo de señales es necesario someterlas a etapas de pre amplificación; amplificación y filtrado juntas; y, nuevamente una etapa de amplificación.

Como sensores se utilizaron electrodos de tipo superficial Ag/AgCl debido a que el electrocardiógrafo es portátil y el paciente necesita comodidad respecto a las conexiones.

Este tipo de electrodos se conectan fácilmente sobre la superficie del cuerpo, aplicando previamente un gel conductor que optimiza la transmisión de la señal, y que se recomienda hacer uso de ellos sólo una vez (5). Para transmitir la señal del electrodo hacia la etapa de adquisición se emplearán cables tipo Holter con aislamiento frente a la interferencia electromagnética presente en el medio, una opción es emplear las derivaciones bipolares que se obtienen a partir del triángulo de Einthoven, Fig. 2, pero las conexiones se deben realizar sobre el pecho del paciente para facilitar su movilidad y de esta manera permitir que el electrocardiógrafo sea portátil.

Una vez establecido el tipo de electrodos, cables, conexiones sobre el paciente y derivaciones

- Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.
- Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.
- Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.
- Detección de Energía (ED).

Topología.- En la configuración en estrella, uno de los dispositivos tipo FFD asume el rol de coordinador de red y es responsable de inicializar y mantener los dispositivos en la red. Todos los demás dispositivos ZigBee, conocidos con el nombre de dispositivos finales, hablan directamente con el coordinador, Fig. 4.



Fig. 4 Topología ZigBee (Fuente: Glen et al., 2012)

4.2 Procesamiento de la Señal

Debemos tener en cuenta que para obtener los datos deseados del ECG, se debe aplicar una técnica apropiada para filtrar los valores no deseados de la señal, y así, interpretar de mejor manera las señales cardíacas objeto de análisis. Para lo cual, aplicaremos un método conocido como Umbralización, este proceso permite la eliminación de los coeficientes pequeños mientras los demás valores conocidos se mantendrán inalterables, y finalmente, para la eliminación del ruido se procede a ejecutar la transformada no lineal de los coeficientes wavelet (2), Fig. 5.

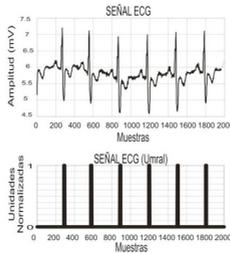


Fig. 5 Umbralización Señal ECG (Fuente: González-Barajas, 2014)

Otra alternativa es la umbralización flexible, en la cual, los coeficientes que superen el valor umbral son contenidos en valor absoluto, siendo la cantidad resultante igual al valor del umbral, para que el campo de entrada hacia salida sea un valor continuo.

Después de filtrar los datos de la señal y eliminar los umbrales de la misma podemos definir por medio de bloques la estructura general del sistema, donde las etapas de instrumentación y amplificación dependerán del tipo de sensor empleado para la adquisición de la señal ECG, Fig. 6.

El modelo de sistema planteado en un futuro permitirá realizar cualquier tipo de actividades personales durante el proceso de sondeo y toma de muestras de las señales cardíacas ECG de una forma portátil, fuera del consultorio de un especialista, (6) y también reducir el tiempo empleado para este tipo de exámenes de alrededor de 24 horas como el HOLTER, además que, gracias al módulo ZigBee, la transmisión de datos se dará en tiempo real, con el fin de analizarlo de mejor manera y así tomar las decisiones correctas y a tiempo, con el menor margen de error.



Fig. 6 Diagrama del Módulo de Adquisición (Fuente: Autores)

5. Conclusiones

Mediante el módulo ZigBee obtendremos resultados favorables en la eliminación de interferencias electromagnéticas en la emisión y recepción de la señal, esto se realiza gracias a la topología estrella que permitirá obtener un análisis adecuado y verídico al momento de recolectar la información.

Además con el diseño adecuado de filtrado, ayudará a la nueva tecnología ZigBee a eliminar la mayoría de ruido y evitar la congestión que se puede producir al enviar varias señales, ayudando de esta forma a que las respuestas sean entregadas en tiempo real.

En este trabajo mostramos un prototipo diseñado por medio de tecnología ZigBee, analizamos sus funciones y topologías, y mostramos la optimización de los recursos mediante un diseño selectivo, que presentará, los recursos básicos a utilizar con un bajo costo en su implementación. Propondremos a futuro desarrollar un dispositivo prototipo que permita obtener información del corazón para luego analizarla y enviarla de manera inalámbrica a dispositivos móviles.

Agradecimientos

Los autores aprecian el apoyo brindado por la Escuela de Electrónica y Control Industrial a través del uso de los equipos y laboratorios para la implementación de este trabajo y a las personas que revisaron este artículo gracias por sus valiosos comentarios.

Referencias

1. Enrique, (2003) ECG Front End design is simplified with Microconverter, AnalogDevices, Company-Bosch.
2. Olarte O., Sierra D., Barrero J., Rueda O., (2006) Selección de una familia Wavelet óptima para la extracción de propiedades en el ECG, Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Industrial de Santander.
3. Caicedo H., Salgado G., Loaiza H., Caicedo E., Citell J., (2005) Herramienta de captura y procesamiento digital de señales electrocardiográficas, Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad del Valle Cali, Colombia.
4. ZIGBEE. [Internet]. Glen M., Moreno J., (2012) Disponible en: <http://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>
5. Ballesteros D.M., Salgado J.J., Prat J.; García A., (2004) Sistema de registro de señales neurológicas: SIREN. Memorias del II Congreso Internacional de la Región Andina ANDESCON, Bogotá, Colombia.
6. Bravo I., Boquete L., Rodríguez J., Martín P., Martín, J., (2005) Solución inalámbrica para la implementación de un sistema de telemedicina. Novótica: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, 177, pp. 31-33.
7. Bases de la Electromedicina, Unidad 3. Aplicaciones electromédicas a la Cardiología. [Internet]. (2015) Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/2261859/>
8. Rojas, W., Herrera, D., Acuña, J., Muñoz, P., Ibargüen, F., (2007) Análisis y Supervisión de la Señal Cardíaca con Transmisión Inalámbrica de Datos, Ciencia et Technica, No 35, pp. 151 -156.
9. González-Barajas, J. E., Cálculo del umbral para detección de la onda R del complejo cardíaco. Tecno Lógicas, 17(32), 47-55. (2014). Disponible en: www.scielo.org.co/pdf/teclo/v17n32/v17n32a05.pdf

INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR PARA EL DISEÑO DE MEMBRANAS PARA LA REGENERACIÓN GUIADA DE HUESO ALVEOLAR.

(COMPUTER ASSISTED ENGINEERING APPLIED IN THE MEMBRANES DESIGN FOR GUIDED REGENERATION OF ALVEOLAR BONE)

Patricio Quezada Morales(1)*, Boris H. Culqui(1), Hernán Lara Padilla(1), Rocío Guapulema M. (2)
 1Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
 2Escuela Politécnica Nacional

*Correspondencia. Tel.: +593-98 456 5565, mpquezada@espe.edu.e (M. P. Quezada)

RESUMEN

El presente trabajo muestra un enfoque holístico donde se aplica la Ingeniería Asistida por Computador en el diseño de membranas para el tratamiento médico conocido como regeneración guiada para el hueso de la zona alveolar/maxilar. Se propone el diseño de dos tipos de membranas, con y sin porosidad. Los diseños fueron modelados y simulados computacionalmente bajo condiciones de carga biomecánicas con comportamiento lineal. Ambos tipos de membrana presentan una resistencia mecánica superior a los valores reportados por la literatura. Este nuevo enfoque puede aportar a la optimización del diseño y la manufactura de injertos e implantes óseos en aplicaciones periodontales.

Palabras clave: Ingeniería Asistida por Computador, regeneración guiada, membrana, alveolar, elemento finito.

ABSTRACT

The current research presents a holistic approach wherein Computer-Aided Engineering was applied in the design of membranes for the medical procedure called guided bone regeneration for the alveolar/maxilla zone. Two kinds of membranes were proposed, with and without porosity. The designs were computationally simulated under biomechanics loads with linear behavior. In both cases, the membranes show a mechanical strength greater than the values reported in the literature. This new approach can help to the optimization of the design and manufacturing of grafts and implants for bone tissue in periodontal applications.

Key words: Computer-Aided Engineering, guided regeneration, membrane, alveolar, finite element.

1. Introducción

De acuerdo a la OMS la periodontitis afecta a un 20% de los adultos de edad media a nivel mundial y su padecimiento está asociado a varios factores de riesgo (1). Enfermedades como la periodontitis, osteoporosis y otras pueden afectar severamente a la zona basal de los huesos maxilares produciendo la pérdida de hueso en zonas aledañas a la dentadura, que a su vez puede ocasionar el desprendimiento de piezas dentales afectando severamente la salud bucal del paciente (2). Gracias a los avances en biomateriales, hoy en día existen procedimientos que pueden regenerar hueso en la zona maxilar restaurando la funcionalidad y apariencia. Sin embargo, aún persisten riesgos asociados con este tipo de tratamientos debido a (i) procesos quirúrgicos para colocar y retirar

un sistema o membrana de soporte, (ii) reacción fisiológica al injerto osado para la regeneración ósea, (iii) reacción fisiológica al material de la membrana al no ser completamente biocompatible y reabsorbible, y (iv) cargas mecánicas por efectos de los movimientos de masticación. Con los avances en medicina regenerativa, nuevos conceptos y desarrollos de materiales han surgido en la última década (3). Es así que el uso de membranas o andamios basados en materiales biocompatibles y bioabsorbibles han incursionado en el tratamiento de defectos óseos. Dependiendo del tipo de defecto y la ubicación en el cuerpo humano diferentes materiales pueden ser usados tales como cerámicos (Fosfatos de calcio, hidroxiapatitas y Bioglass®), polímeros (policaprolactona, colágeno, PLGA) y metales (titanio, acero inoxidable, magnesio) y combinaciones de ellos. Procesos de manufactura avanzados también han surgido como necesidad de fabricar partes como sustitutos óseos que tengan propiedades específicas como mecánicas (elasticidad, resistencia mecánica), físicas (porosidad, permeabilidad, tortuosidad), biológicas (biocompatibilidad, biodegradabilidad), entre otras. El diseño asistido por computador (CAE) y el método del elemento finito (FEM) ha interesado a los investigadores de la odontología debido a la necesidad de diseñar y simular computacionalmente fenómenos físicos y biológicos asociados con implantes e injertos, este proceso se ha visto favorecido por el alto desarrollo de los sistemas computacionales (Fig. 1). El método del elemento finito ha permitido obtener un mejor entendimiento de los esfuerzos producidos en un implante o injerto y en el hueso u otros tejidos a su alrededor (4). En este trabajo se presentan los principales aspectos considerados en el modelado biomecánico de una membrana para el tratamiento conocido como regeneración guiada de tejido buscando parámetros para optimizar su diseño y comportamiento luego de ser implantado. Se analizan dos modelos como prueba de concepto.

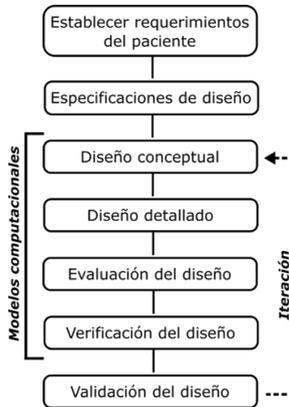


Fig. 1. Esquema para validar diseños usando Ingeniería Asistida por Computador (CAE) en biomedicina.

2. Materiales y Métodos

2.1 Regeneración guiada

El procedimiento de regeneración guiada de tejido es usado en tratamientos periodontales para permitir la regeneración del tejido óseo de zonas afectadas por resorción ósea debido a varios cuadros clínicos (Fig. 2-a). El procedimiento en términos generales consiste en la colocación de una membrana alrededor de la zona afectada, la cual actúa como barrera entre la encía y el espacio vacío donde se regenerará nuevo hueso. En casos críticos se suele acompañar el trata-

miento con injerto en forma de polvo para ayudar a la regeneración ósea. Una vez completado el tratamiento, la membrana debe ser retirada. La membrana cumple funciones vitales dentro de este procedimiento clínico, a saber, debe proporcionar un soporte mecánico adecuado para impedir que la encía produzca un aplastamiento en dirección de la pieza dental lo cual pudiera ocasionar que el hueso nunca se regenere, debe soportar cargas transmitidas por la pieza dental por efecto de fuerzas de masticación, impedir la generación de esfuerzos termomecánicos por efecto de cambios de temperatura que pueden producirse en la zona bucal, el material de la membrana debe ser completamente biocompatible para impedir reacciones adversas como irritación o dolor, y ser de fácil remoción al terminar el tratamiento. Este último punto es el que ha llevado a varios investigadores en buscar biomateriales que tengan la capacidad de resorberse fisiológicamente dentro del cuerpo humano, evitando de esta forma cirugías post-implantación que pueden afectar considerablemente la salud del paciente.

2.2 Modelo computacional de membrana para regeneración guiada

El esquema propuesto consiste en estudiar dos tipos de membranas semirígidas denominadas M1 (membrana sin porosidad) (Fig. 3-a) y M2 (membrana con 50 % de porosidad con tamaño de poro de 1mm) (Fig. 3-b). El diseño de la membrana está basado en imágenes médicas para el tratamiento de un paciente adulto. Las imágenes fueron procesadas en el programa BoneJ (5) para obtener el perfil aproximado de la membrana. El modelo CAD de la membrana fue desarrollado usando el método de superficies NURBS con la ayuda del plugin Grasshopper (<http://www.grasshopper3d.com>) para el programa Rhinoceros (<https://www.rhino3d.com/>).

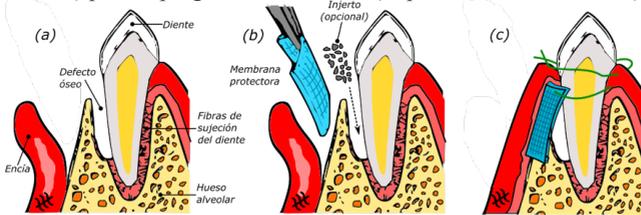


Fig. 2. Proceso para colocar una membrana para regeneración ósea en la zona periodontal.

2.3 Ecuaciones constitutivas del modelo

Para determinar los esfuerzos a los cuales las membranas se hallan sometidos se empleará la formulación de la ley constitutiva para materiales que exhiben un comportamiento elástico lineal. La ley de Hook generalizada cuya linealidad relaciona los esfuerzos con la deformación infinitesimal a través del tensor de módulo elástico C:

$$\sigma_{ij} = C_{ijmn} \epsilon_{mn} \quad (1)$$

Donde σ_{ij} es el tensor de esfuerzos, ϵ_{mn} es el tensor de deformaciones, y C_{ijmn} es el tensor de cuarto orden de constantes específicas del material. El tensor de constantes puede ser reducido a sólo dos parámetros independientes, λ y μ , también conocidas como constantes de Lamé, con su ecuación constitutiva dada por:

$$\sigma_{ij} = \lambda \epsilon_{\alpha\alpha} \delta_{ij} + 2\mu \epsilon_{ij} \quad (2)$$

Donde $\varepsilon_{\alpha\alpha}$ representa la traza de ε , y δ_{ij} es el operador delta de Kronecker. La ecuación (2) describe la ley constitutiva para un sólido isotrópico Hookeano, con λ conocido como el primer parámetro de Lamé y μ a menudo es referido como el módulo de corte. Otra forma de escribir la ley constitutiva es:

$$\varepsilon_{ij} = (1+\nu)/E \sigma_{ij} - \nu/E \sigma_{\alpha\alpha} \delta_{ij} \quad (3)$$

Donde E es el módulo de Young (o módulo de elasticidad), y ν es el coeficiente de Poisson. Uno de los indicadores representativos del esfuerzo mecánico es el esfuerzo de von Mises, cuya ecuación es:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{(3/2) \sigma_{ij}^D \sigma_{ij}^D} \quad (4)$$

El superíndice D indica que las componentes deviatorias del tensor de esfuerzo son consideradas.

2.4 Implementación numérica

El modelo numérico fue calculado usando el software ElmerGUI (<https://www.csc.fi/web/elmer>). Las membranas fueron modeladas usando elementos sólidos tipo tetraedro usando un factor general de malla de 0.2 mm. Para la simulación numérica una combinación de cargas debido a fuerzas de masticación y presión del lado de la encía fueron aplicados. El material considerado para el estudio fue la policaprolactona (PCL), un polímero semi cristalino biodegradable con temperatura de fusión de ≈ 60 °C y una temperatura de transición vítrea de ≈ 60 °C. El módulo elástico y el coeficiente de Poisson considerados para la simulación numérica fueron 400 MPa y 0.33, respectivamente (6).

3. Resultados y discusión

El hueso en su estado normal es un tejido dinámico que se halla en una frecuente reabsorción y formación, permitiendo el mantenimiento de la estructura ósea del cuerpo humano. La función de remodelación dura toda la vida, sin embargo, a partir de los treinta años la tasa de reabsorción supera a la de formación. La pérdida de hueso en la zona maxilar se hace más evidente a partir de la tercera década y puede verse afectada aún más por enfermedades o malos hábitos. Han existido investigaciones por muchas décadas en búsqueda de lograr materiales biofuncionales que se adapten adecuadamente al paciente sin producir complicación alguna, pero aún existen áreas de estudio que buscan desarrollar mejores productos (3).

En el presente estudio se han propuesto dos tipos de diseño, el primero es una membrana sin poros, la cual puede soportar mejor las cargas mecánicas (factor de seguridad aproximado de 1.3) (Fig. 3-c) y por tanto permitir una regeneración adecuada de la zona alveolar, sin embargo, la falta de porosidad ocasiona que la permeabilidad de la membrana tienda a cero, lo que puede ocasionar algún tipo de inflamación debido a la falta de difusión de nutrientes entre el tejido blando (encía) y el tejido duro (hueso alveolar). Las membranas porosas por otra parte permiten una transferencia de nutrientes y señales biomecánicas adecuada, pero en ocasiones tienden a no regenerar completamente la zona afectada debido a la formación de concentradores de tensión alrededor de los poros. En el caso de estudio presentado el factor de seguridad en varias zonas es menor a la unidad (Fig. 3-d).

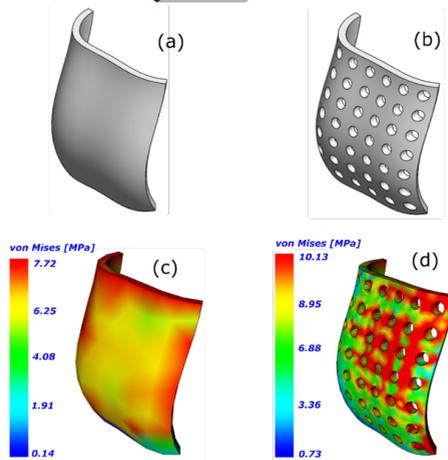


Fig. 3. Modelos de membranas semirígidas: (a) sólida, (b) porosa, (c) esfuerzo de von Mises en la membrana sólida, y (d) esfuerzo de von Mises en la membrana porosa. La resistencia máxima del PCL se ha reportado como 10 MPa (6).

En el campo de la regeneración guiada, Fujihara desarrolló membranas usando PCL y carbonato de calcio fabricadas mediante la técnica de electrohilado. Estas membranas constituidas por nanofibras presentaron una resistencia a tensión entre 2.8 y 4.8 MPa (7). Ueyama fabricó membranas de alginato con una resistencia máxima entre 8 y 34 kPa (8). Shim fabricó membranas de PCL y poli(ácido láctico-co-ácido glicólico) (PLGA) usando las técnica de prototipado rápido reportando un módulo elástico de aproximadamente 50 Mpa y 700 MPa para PCL y PLGA, respectivamente (9). Won fabricó membranas mediante la técnica de impresión 3D usando colágeno y una mezcla de PCL, PLGA y β -TCP obteniendo una máxima carga de tensión de 69 N para el colágeno y 16 N para la mezcla (10). Hammerle presenta datos de ensayos clínicos en diferentes condiciones donde se ha demostrado que el procedimiento de la regeneración guiada para hueso ha resultado exitoso (11).

A partir del presente estudio se puede destacar que el proceso usado para el diseño y la simulación de las membranas para regeneración guiada ha permitido desarrollar modelos computacionales paramétricos y que pudieran adaptarse a cambios de diseño, material o condiciones fisiológicas. Prueba de ello es que las cargas elásticas máximas soportadas por los modelos son mayores a los expuestos por la literatura.

En trabajos futuros se pretende fabricar las membranas a través de técnicas avanzadas de prototipado con diversas combinaciones de biomateriales y evaluaciones in-vitro. El horizonte del desarrollo de este tipo de implantes es combinar materiales y procesos buscando aplicar los diseños conocidos como multifásicos, en los cuales están presentes diferentes escalas: macro, micro y nano; este tipo de materiales multifásicos junto a la adición de factores de crecimiento e incorporación de fármacos finalmente permitirán tener productos que sean confiables para aplicaciones clínicas.

4. Conclusiones

Mediante un caso de estudio, la metodología de Ingeniería asistida por Computador ha sido aplicada al área de biomedicina en el diseño de membranas para regeneración ósea de la zona alveo-

lar. El desarrollo de nuevas herramientas computacionales y tecnológicas como escaneo en tres dimensiones, software de simulación y realidad aumentada, así como procesos de manufactura modernos tales como manufactura aditiva, sinterizado láser y procesamiento con luz se han acoplado a varias disciplinas y ciencias como la medicina. El uso de estas herramientas va logrando que el cuidado y tratamiento de pacientes sean cada vez más confiables. A modo de prueba de concepto dos tipos de membranas fueron estudiadas bajo condiciones de frontera estables, con y sin porosidad para determinar la influencia de las cargas biomecánicas presentes durante la etapa de regeneración ósea. Los modelos propuestos presentan una adecuada resistencia mecánica en comparación con estudios previos. El procedimiento presentado aquí puede ser aplicado a sistemas de regeneración ósea y se complementará en un futuro con prototipos fabricados mediante manufactura aditiva y pruebas in-vitro. La convergencia de diversas disciplinas, en este caso ingeniería mecánica con biomedicina, pueden ayudar a acelerar los procesos de fabricación con biomateriales permitiendo una gama más amplia de aplicaciones con alta confiabilidad y seguridad para los pacientes.

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses en la presente investigación.

Referencias

- CDC: Half of American Adults Have Periodontal Disease | Perio.org., Perio.org. Retrieved 1 May 2017.
- Stavropoulos, A., Deproteinized Bovine Bone Xenograft. *Musculoskeletal Tissue Regeneration*, 2008.
- Asa'ad, F., Pagni, G., Pilipchuk, S., Gianni, A., Giannobile, W., & Rasperini, G. 3D-Printed Scaffolds and Biomaterials: Review of Alveolar Bone Augmentation and Periodontal Regeneration Applications, 2017.
- Cho, L., Huh, Y., Kim, D., & Park, C., Finite Element Analysis of Stress Distribution around Patterned Implants. *Journal of Korean Dental Science*, 2012.
- Doube, M., Kłosowski, M., Arganda-Carreras, I., Cordelières, F., Dougherty, R., & Jackson, J. et al., BoneJ: Free and extensible bone image analysis in ImageJ. *Bone*, 2010.
- Almeida, H., & Bártolo, P., Numerical simulations of bioextruded polymer scaffolds for tissue engineering applications. *Polymer International*, 2013.
- Fujihara, K., Kotaki, M., & Ramakrishna, S. Guided bone regeneration membrane made of polycaprolactone/calcium carbonate composite nano-fibers. *Biomaterials*, 2005.
- Ueyama, Y., Ishikawa, K., Mano, T., Koyama, T., Nagatsuka, H., Suzuki, K., & Ryoike, K., Usefulness as guided bone regeneration membrane of the alginate membrane. *Biomaterials*, 2002.
- Shim, J., Huh, J., Park, J., Jeon, Y., Kang, S., & Kim, J. et al., Fabrication of Blended Polycaprolactone/Poly (Lactic-Co-Glycolic Acid)/ β -Tricalcium Phosphate Thin Membrane Using Solid Freeform Fabrication Technology for Guided Bone Regeneration. *Tissue Engineering Part A*, 2013.
- Won, J., Park, C., Bae, J., Ahn, G., Kim, C., & Lim, D. et al., Evaluation of 3D printed PCL/PLGA/ β -TCP versus collagen membranes for guided bone regeneration in a beagle implant model. *Biomedical Materials*, 2016.
- Hammerle, C., Jung, R., & Feloutzis, A., A systematic review of the survival of implants in bone sites augmented with barrier membranes (guided bone regeneration) in partially edentulous patients. *Journal Of Clinical Periodontology*, 2002.

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE UN EXOSQUELETO USANDO SIMMECHANICS

(ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF AN EXOSKELETON USING SIM-MECHANICS)

M. Pérez Bayas (1)*, N Velasco E.(2)

(1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH - GIEBI, Panamericana Sur km 1 1/2 s/n, Riobamba, Ecuador
miguel.perez@epoch.edu.ec

(2) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Av. General Rumiñahui s/n, Latacunga, Ecuador ndvelasco@espe.edu.ec

RESUMEN

La rehabilitación física para miembros inferiores mediante un exoesqueleto, se centra en su movimiento continuo en base a diferentes posiciones que pueden ser definidas en un sistema de control, y que pueden ser alcanzadas si se analizan correctamente las variables cinemáticas y dinámicas de posición y torque respectivamente. En éste documento se presenta el análisis de la dinámica de un exoesqueleto, para definir los torques requeridos en los actuadores ubicados en cada articulación, en base a la simulación de un ciclo normal de marcha humana.

Palabras claves: exoesqueleto, miembros bípedos, regulador PID, Sistema dinámico.

ABSTRACT

Physical rehabilitation for lower limbs using an exoskeleton focuses on its continuous movement based on different positions that can be defined in a control system and can be achieved if the kinematic and dynamics positional and the torque variables respectively are correctly analyzed. This paper presents the analysis of the dynamics of an exoskeleton, to define the required torques in the actuators located in each joint, based on the simulation of a normal human gait cycle.

Key words: exoskeleton, bipedal limbs, PID regulator, dynamic system.

1 Introducción

La simulación de la dinámica de la marcha humana, da un punto de partida para definir el comportamiento (movimiento, fuerzas y torques) de los miembros inferiores a una exigencia normal al caminar (1), de ésta manera, se puede aproximar las posiciones requeridas para cumplir con esos movimientos de la marcha en base a diferentes posiciones angulares definidas al caminar. Este trabajo presenta un modelo de exoesqueleto diseñado en Solidworks, y exportado como un archivo SimMechanics de segunda generación, el cual define el modelo dinámico calculado mediante el método de la dinámica multicuerpo hacia Simulink, en donde es controlado mediante un regulador PID en cada articulación para comprobar la eficiencia de la dinámica.

2 Materiales y Métodos

2.1 Diseño en Solidworks

El diseño global del exoesqueleto consta de 7 eslabones (Fig. 1), predispuestos a manera de un par de miembros bípedos. Se define la geometría del sistema en base a un grupo específico de pacientes como se menciona en (2), y para su desarrollo se utiliza el software SOLID WORKS, partiendo de bocetos que serán transformados en modelos tridimensionales para formar partes o piezas, que se pueden ensamblar, para analizar los movimientos de los mecanismos y finalmente se puedan generar planos detallados de construcción. Sobre este diseño, se usa la herramienta SimMechanics Link para exportar el modelo hacia el entorno de Simulink.

2.2 Dinámica del sistema.

El esquema de la dinámica en un diagrama SimMechanics de segunda generación se muestra en la figura 2. El sistema actúa mediante 3 grados de libertad: extensión-flexión de la cadera, extensión-flexión de la rodilla, y flexión plantar y dorsal en el tobillo.

Según estudios realizados por Bureau et al. (3), las tensiones máximas se han localizado en el área entre el tobillo y el pie, alcanzando el valor de unos 6×10^7 N/m².

En la Tabla I, se muestran los valores correspondientes a los datos obtenidos por Winter que condicionan las características de los motores para el diseño del sistema (4).

2.3 Diseño de un Sistema de control PID en Simulink

Se pueden observar las 6 articulaciones rotacionales que definen el movimiento y sobre las cuales se pueden determinar los torques máximos y mínimos requeridos por el actuador, esto en base a un sistema de control de lazo cerrado.

El diagrama de control PID en Simulink (Figura 3), realimenta los estados y los compara con una señal de voltaje de entrada sinusoidal (Amplitud y Frecuencia específicas de cada articulación), la misma que entrega un desplazamiento rotacional alternativo (de ida y vuelta) que simula el comportamiento de cada articulación dentro de un ciclo de marcha para un tiempo de 10 s. El controlador PID se sintoniza usando la herramienta Tune de Simulink.

3. Resultados y Discusión

En la Tabla 2, se muestra los valores correspondientes a los datos obtenidos en Simulink para cada articulación, que definen los valores de torque máximo requeridos, teniendo en cuenta la información de ángulos (5), para un funcionamiento correcto.

Las figuras 5, 6 y 7 muestran los resultados de torque para la cadera, rodilla y tobillo respectivamente.

Los sistemas dinámicos se definen con modelos matemáticos que varían a lo largo del tiempo, mediante variables que determinan su estado, con un conjunto determinista de reglas que establecen cómo será el siguiente estado futuro a partir del actual.

Se utiliza la herramienta SimMechanics para la visualización y animación de la dinámica de sistemas multicuerpo con geometría 3D que posibilita un rápido análisis de los resultados de la simulación de su comportamiento. La evolución en el tiempo de un

sistema dinámico se simula mediante la utilización de algoritmos de resolución numéricos basados en tiempo o en eventos.

El sistema dinámico se simula mediante la utilización de algoritmos de resolución numéricos basados en tiempo o en eventos.

4 Conclusiones

La simulación de la dinámica del sistema, conduce a la obtención de un sistema capaz de ser controlado eficientemente mediante un controlador PID simple y de fácil implementación.

La definición de resultados para un ciclo de marcha normal, desembocan en la obtención del torque requerido por el actuador para cumplir con esta tarea.

Se pueden probar otros controladores (PD+, PD con compensación de gravedad, etc) para obtener mejores resultados en función de disminuir el peso de los componentes (eslabones), para lograr una optimización del diseño mecánico.

Se puede acoplar un sistema mecánico para el aumento del torque y disminuir el consumo y/o la exigencia de amperaje del sistema.

Referencias

1. Daniells L., Worthingham C. "Pruebas funcionales musculares" 6ta edición, Marban libros, 1996.

2. Aquino M. “El diseño asistido por computador para el modelamiento de un prototipo de exoesqueleto”, 1er Simposio internacional de investigación, UTEQ, 2016.
3. M. Bureau, et al., “Exoskeleton design for functional rehabilitation in patients with neurological disorders and stroke,” Rehabilitation Robotics, 2007. ICORR 2007. IEEE 10th International Conference on, no. 1315, pp. 112-118, Jun. 2007.
4. D. A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 2o ed. New York, Estados Unidos: John Wiley & Sons, 1990.
5. Gavilanes, J. “Análisis del ciclo de marcha bípedo como base de la rehabilitación física en miembros inferiores”, ”, 1er Simposio internacional de investigación, UTEQ, 2016.

Tabla 1. Características que deben cumplir los actuadores (D. A. Winter, 1990)

Articulación	Angulo(omin;max)	Par (Nm)	Potencia (W) 51.4	Velocidad (rpm)
Cadera	(-6.99;+24.09)	54.4	62.9	272.4
Rodilla	(-2.29;+67.32)	37.8		
Tobillo	(-20.05;+6.89)	89.8		

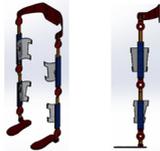


Fig. 1. Diseño general del exoesqueleto



Fig. 2. Fases del modelado en Solidworks

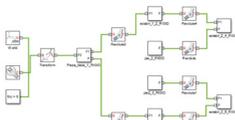


Fig. 3. Dinámica del Sistema en SimMechanics

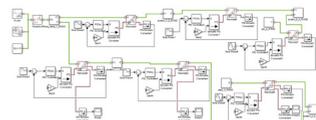


Fig. 4. Sistema de control PID implementado.

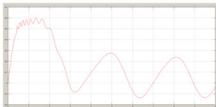


Fig. 5. Torque requerido para el actuador de la cadera.

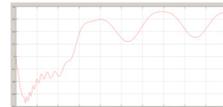


Fig. 6. Torque requerido para el actuador de la rodilla

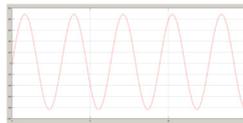


Fig. 7. Torque requerido para el actuador del tobillo

ESTUDIO DE RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS EN INFECCIONES DEL TRACTO URINARIO

(STUDY OF RESISTANCE TO ANTIBIOTICS IN URINARY TRACT INFECTIONS)

P, Robalino Valdivieso*1, A, Orbe Goyes1, M, Inca Martínez1, P, Flores Brito1, P, Ocaña Coello1.

1 Grupo de Investigación Médica, Escuela de Medicina-Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155.

*Correspondencia. Cel: 593 99 197 4017, E-mail: paulirobalino@hotmail.com, (P, Robalino)

RESUMEN

Es una investigación de campo, desarrollada en un espacio temporal de doce meses, se aborda el problema de pacientes que por infección urinaria fueron atendidos en el Hospital Provincial General Docente de la Ciudad de Riobamba, desde octubre 2014 hasta septiembre 2015, para identificar el microorganismo causante y su resistencia antibiótica. Se utilizan resultados del antibiograma realizado en el laboratorio clínico de este establecimiento, considerando criterios de exclusión que depuran esta población y limpian la muestra para los diferentes segmentos de resultados, entre ellos, pacientes con información completa en sus registros y resultados positivos al examen de cultivo y antibiograma. Se abordan tres aspectos, el primero, conocer y describir la población con morbilidad asociada a infecciones urinarias, el segundo, describe los principales microorganismos causantes de las infecciones, y tercero, determinar la resistencia antibiótica presente en la población objetivo. La investigación contribuye significativamente al sector salud, con especial énfasis al área médica, ya que concibe el pensamiento de mantener protocolos de atención médica acercados a la morbilidad experimentada por los pacientes del estudio, en los que la evidencia basada en el tratamiento es esencial para mejorar la intervención y hacer efectivo el manejo de pacientes con patología infecciosa del tracto urinario.

Palabras clave: Infección, Tracto Urinario, Microorganismos, Resistencia, Antibiótico.

ABSTRACT

It is a field investigation, developed in a space of twelve months, it addresses the problem of patients who were treated by urinary infection at the Provincial General Teaching Hospital of the Riobamba City, from October 2014 to September 2015, to identify the microorganism causative agent and its antibiotic resistance. The results of the antibiogram performed in the clinical laboratory of this establishment are used, considering exclusion criteria that purify this population and clean the sample for the different segments of results, among them, patients with complete information in their records and positive results to the cultivation test and antibiogram. Three aspects are addressed: first, to know and describe the population with morbidity associated with urinary tract infections; second, describes the main microorganisms that cause infections; and third, to determines the antibiotic resistance present in the target population. Research contributes significantly to the health sector, with special emphasis on the medical field, as it envisages the thought of maintaining health care protocols that are close to the morbidity experienced by the study patients, where evidence based on treatment is essential to improve the intervention and

make effective the management of patients with infectious pathology of the urinary tract.

Keywords: Infection, Urinary Tract, Microorganisms, Resistance, Antibiotic.

1. INTRODUCCIÓN

La resistencia antibiótica es un serio problema de salud, sobre todo en pacientes con recurrencia de hechos de repitencia y anomalías del sistema urinario (1). A nivel mundial el problema de resistencia antibiótica en la etapa infantil se describe como la cuarta causa de ingresos hospitalarios, estas estadísticas disminuyen en la etapa adulta, volviendo a incrementarse en el adulto mayor y en las mujeres en etapa de gestación (2), el estudio demuestra este comportamiento en grupos etarios y analiza el comportamiento según el sexo de los pacientes, corroborando así las estadísticas existentes.

El describir las características de la población vulnerable a las patologías de infección en vías urinarias, demuestra de manera científica, el comportamiento que revelan los microorganismos en dependencia del huésped, lo cual, conlleva a la visión médica de tener tratamientos diferenciados según el grupo de edad, el sexo, y las características propias de esta población multiétnica por su procedencia. Las infecciones de las vías urinarias (IVU) pueden limitarse a la vejiga (cistitis) o con menor frecuencia afectar también las vías urinarias superiores (pielonefritis aguda o crónica), aunque no siempre se descubre en la historia un proceso agudo precedente. (3).

El estudio de investigación considera que la resistencia bacteriana a los antibióticos es un tema amplio, que puede ser considerado desde distintos ángulos, por tanto, se quiere resaltar tres perspectivas fundamentales, pues se considera un aporte básico para la formación del futuro médico, quien debe saber en todo momento interpretar correctamente la información que habitualmente le llega a las manos, ya sea a través de las comunicaciones científicas, como de los informes del laboratorio, garantizando así la formación profesional y la generación de ciencia para el desarrollo humano integral del futuro profesional. (4).

De este modo se puede referir a mecanismos de resistencia individuales, resistencia poblacional y resistencia poblacional en microorganismos que están produciendo una infección (5), además de brindar las luces necesarias para comprender el comportamiento de resistencia de los microorganismos a los antibióticos, que se pueden ver en el medio o contexto local, lo cual aporta de manera significativa a que los tratamientos sean cada vez más efectivos sin afectar las condiciones del paciente.

Se considera que el mecanismo de lesión renal es la infección, la misma que es producto del ascenso de microorganismos fecales desde la uretra y los tejidos periuretrales a través de la vejiga y hacia el interior de la pelvis renal (6), pudiendo tener claridad sobre el tipo de microorganismo y su comportamiento en el paciente.

El estudio define como objetivo general el establecer la prevalencia de resistencia antibiótica en pacientes con infecciones del tracto urinario en el Hospital General Docente de Riobamba, para lo cual se parte del estudio de tres aspectos en el proceso de análisis, la identificación de los pacientes con patología infecciosa del tracto urinario que han sido atendidos en cualquier servicio del mencionado hospital y referidos al laboratorio para el examen correspondiente, independientemente de su resultado, luego es necesario identificar los principales microorganismos causantes de las infecciones del tracto urinario, es decir, seleccionar los resultados positivos donde existe la presencia de un determinado microorganismo y, finalmente determinar la resistencia antibiótica de los microorganismos causantes de las infecciones del tracto urinario.

En este contexto, el equipo de investigación considera hacer un importante aporte al sector salud y especialmente al personal médico, en lo referente a las infecciones del tracto urinario y su

tratamiento electivo en relación a la resistencia que generan los microorganismos en el medio, la prevalencia según el tipo de microorganismo, y las características del paciente.

Los resultados no han diferido mayoritariamente de otros estudios similares, en especial cuando se analiza la enterobacteria *Escherichia coli*, en cuyo caso afecta al 70,9 % de las muestras distribuidas en el 95 % de mujeres y el 5 % en hombres, abismal diferencia con el segundo microorganismo encontrado que solo afecta el 3,1 % del total de las muestras, un estudio similar de 3109 uropatógenos en España determinó que la *Escherichia coli* fue el más frecuente con el 70,8 % de los casos. (7).

Sin duda, el ánimo de la investigación es mostrar en el entorno local, el comportamiento de las resistencias antibióticas, así como también generar un banco de resultados útiles para los profesionales de la salud en la elección efectiva del antibiótico para tratar las infecciones del tracto urinario.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Netamente, la investigación es de campo, aplicada, prospectiva, de corte transversal y descriptiva (8), maneja información cualitativa y cuantitativa, que de manera correlacionada ayuda a la interpretación de los resultados y objetivos de la investigación, se trabajó con fuentes secundarias de información, las mismas que se relacionan con todos aquellos registros de pacientes del Hospital Provincial General Docente de la Ciudad de Riobamba (HPGDR), que presentaban algún tipo de infección asociada al tracto urinario.

A partir del mes de Octubre del 2014, se recogen los registros del laboratorio, útiles para la delimitación de la población de estudio, referentes a cultivos y exámenes antibiograma, manejada como técnica la toma limpia de orina, desde su propio sistema de control y registro, tal es así, que hasta el mes de Septiembre del 2015, se alcanzó registrar a 2 146 pacientes con alguna infección en el tracto urinario, de los cuales 1 902 casos fueron mujeres y 203 casos fueron hombres. La muestra del estudio, en principio, se consideró hacerlo con el total de población registrada, sin embargo, en el proceso de recolección de la información surgieron algunas situaciones que hicieron necesaria la utilización de los criterios de exclusión para los datos recogidos, como los registros sin datos específicos de sexo, edad, presencia de muestras contaminadas, órdenes de repitencia al examen, exámenes negativos, entre otras que se explican en la sección de metodología, al final, la muestra limpia, luego de aplicar los criterios de exclusión, con la que se trabajó fueron 585 registros. El análisis estadístico considera dos ámbitos, el primero con la presencia del microorganismo más frecuentemente encontrado en las muestras, y la segunda considerando la exclusión del microorganismo mencionado para el primer caso, se analizan por separado para la demostración de la incidencia, sin embargo, se vuelven a cruzar para el análisis de resistencia. El análisis se centra en la estadística básica, usando gráficas de análisis.

En estas condiciones, los pacientes cursan un procedimiento de estudio sobre el tipo de microorganismo que genera su patología infecciosa y el tipo de resistencia que éste ha generado a los diversos medicamentos de elección.

Para el análisis de los datos se considera la recopilación de información de los resultados de cultivos y exámenes antibiograma realizados y disponibles en el laboratorio del Hospital, al procesar las muestras que llegan a este servicio por afectación en el tracto urinario en el período de estudio, para el logro del primer objetivo de la investigación, el cual mide la magnitud del problema en relación al tiempo de intervención.

Posteriormente para el trabajo de los objetivos específicos dos y tres, se usan criterios de exclusión (9), los mismos que ayudan a depurar la población y trabajar con una muestra limpia y completa, que son los pacientes de ambos sexos que presentaron positivos a patologías infecciosas del

tracto urinario en sus respectivos cultivos y antibiogramas.

Los registros utilizados para la investigación fueron los que reposan en los cuadernos de trabajo que se usan en el laboratorio de Microbiología del HPGDR, el mismo que dentro de los acuerdos con las autoridades de la institución de salud, sería el profesional de esta dependencia quien se encarga del llenado del mismo y de proporcionar la información al equipo investigador para su recolección.

Para la investigación se toman como referencia dos parámetros de la muestra, la primera que tiene que ver con los pacientes atendidos en los servicios del HPGDR en el período del tiempo de la investigación que presentaron patologías infecciosas del tracto urinario (Tabla 1) y el cual se registra 2 146 casos totales, incluidos 41 casos con subregistro, sin información completa 434 casos, muestras contaminadas o para retomar, generándose un total de 1561 casos de muestras que no cumplen con los criterios de inclusión establecidos para la investigación.

El criterio de inclusión (9), considera al total de pacientes que se registran en los servicios del HPGDR que se atienden por cualquier patología asociada al tracto urinario, es decir, la población al inicio de la investigación es desconocida y depende de la afluencia para este criterio, los criterios de exclusión, se usan para limpiar la muestra y hacerla más depurada y útil para trabajar la segunda parte de la investigación, primero se considera los registros incompletos de información como sexo o edad, segundo pacientes que registran exámenes sin crecimiento bacteriano o muestras mal tomadas, exámenes para repetir y muestras contaminadas. La limpieza de la muestra posibilita tener una mejor información, unificada y limpia para los fines de la investigación quedando, útiles para los objetivos específicos 2 y 3, 585 registros depurados por los criterios de exclusión.

Los resultados se presentan en tablas diseñadas para el mejor entendimiento y según la necesidad del indicador, se grafica el resultado y se interpreta. Para cada indicador, previamente, se hace un ejercicio de concentración con los resultados referentes a cada uno de los microorganismos, manejando por separado las estadísticas de los microorganismos que por su magna frecuencia invisibilizan los demás resultados, como es el caso de la enterobacteria *Escherichia coli*.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Desde la reflexión del Dr. Ramón Carrillo: “frente a las enfermedades que genera la miseria, frente a la tristeza, la angustia y el infortunio social de los pueblos, los microbios, como causa de enfermedad, son unas pobres causas” (10) publicado a mediados del siglo XX, se puede abrir un abanico de posibilidades para interpretar los problemas de salud y de la población en general, aportes importantes que configuran, sin duda, el estado de situación de una determinada población, dadas las condiciones socioeconómicas y fisiopatológicas, la población adopta un comportamiento lineal con relación a sus constantes presentaciones de morbilidad.

Desde la perspectiva de los determinantes sociales, avalada por las agencias internacionales como la Organización Mundial de Salud y la Organización Panamericana de Salud, se analiza que los problemas de las enfermedades infecciosas, la resistencia bacteriana y el uso inadecuado de los antimicrobianos están determinados por la posición social de las personas (11), posición que determina exposiciones, vulnerabilidades, daños y respuestas diferenciales, como una manifestación más de las inequidades existentes en el mundo.

Los resultados con la nueva muestra de 585 registros, por edad y sexo de los pacientes, se observa (Figura 1) que el 90,8% de los pacientes con Infección de Vías Urinarias son mujeres y el 9,2% son hombres, datos correlacionados en dimensiones similares a los resultados tabulados sin el uso de los criterios de exclusión, fundamentado en la anatomía como la esencia clave para contraer, con mayor facilidad los agentes patógenos que ocasionan las Infección de Vías Urinarias. Los

grupos (según la edad) que mantienen la tendencia de presentar mayor porcentaje de casos son los de 19 a 30 años (31.1%), disminuyendo a medida que avanza la edad, y manteniéndose con un rango alto, en relación a otros, los grupos de etéreos a partir de los 30 hasta los 60 años.

Las causas asociadas al grupo de 19 a 30 años, son diferentes, una de ellas y principal además es el despusite en la actividad sexual, unidas a ciertos criterios que se mantienen en torno a las prácticas higiénicas como el aseo anal - vaginal, y el uso de baterías sanitarias públicas sin las debidas precauciones de contacto directo con los residuos o con los bordes del sanitario, situación que incrementa gravemente el riesgo de contagio de diversas formas de microorganismos patógenos.

Se han encontrado varios factores de riesgo para desarrollar infecciones del tracto urinario, en personas mayores a los 60 años, como el uso prolongado de catéter, estancia hospitalaria larga, manejo inapropiado de la sonda y estados que favorecen la inmunosupresión como la Diabetes Mellitus, entre otros. (12).

Se corrobora además que las Infecciones de Vías Urinarias afectan de manera indistinta en todos los grupos etarios, desde la población menor de 1 año hasta la población de más de 80 años de edad, en todos los casos, la mayor presencia es en el sexo femenino con el 90% de los casos frente al sexo masculino.

La prevalencia de microorganismos infecciosos en la orina depende de la edad del paciente (13), siendo frecuente en mujeres por la cercanía anatómica entre el ano y la vulva, mientras que para los hombres (41 a 50 años) con el mayor porcentaje (2,2%) se debe al proceso inflamatorio habitual de la glándula prostática y sus prácticas de diagnóstico y tratamiento, pudiendo no ser esta la única causa.

El reconocimiento del tipo de agente patógeno, su frecuencia y su afectación, son básicos para generar el conocimiento del comportamiento de las IVU en la localidad. Como resultado de ello, el tipo de agente patógeno de acuerdo a la presencia en los casos analizados (Figura 2), es irregular y muy demandante para la enterobacteria *Escherichia coli* con una presencia en el 70,9 % de los casos, seguida del *Staphylococcus epidermidis* por muy debajo con el 3,1 % de los casos.

Siendo este el escenario actual, la investigación precisa separar estas dos situaciones estadísticas (entre la Enterobacteria *Escherichia coli* y el grupo de los demás microorganismos), para poder comprender mejor el fenómeno de la infecciones por el tipo de microorganismo, para ello, se grafica el comportamiento de los demás microorganismos considerando el total de los casos excluyendo los bacilo gram negativo de *Escherichia coli*. Estos datos obedecen a la segmentación de la muestra original, que se reduce a 106 casos que presentan estos tipos de microorganismos menos frecuentes en los pacientes.

Las estadísticas que se muestran (Figura 3), corresponden a once agentes patógenos principales responsables del 18 % de IVU de la población estudiada, en este contexto, el segundo microorganismo más prevalente es el *Staphylococcus epidermidis* causante del 17 % de las infecciones IVU en la población segmentada del estudio, seguido del *Staphylococcus saprophyticus* con el 14,2 % de la muestra segmentada, el *Enterobacter agglomerans* se encuentra en cuarto lugar con presencia del 12,3 % de los casos, y seguido del *Enterobacter cloacae* con el 10,4 % de los casos, los demás microorganismos tienden a ser los menores causantes, pero no se deja de lado la peligrosidad o patogenicidad de los mismos.

Las enterobacterias son un grupo muy diverso que tiene como hábitat natural el intestino del hombre y de varias especies de animales (14), el microorganismo causante del 70,9 % de las infecciones del tracto urinario es la enterobacteria *Escherichia coli* que se encuentra en una parte importante del intestino del hombre y animales. Se encuentra presente en todos los grupos de

edad estudiados, mayoritariamente en el grupo entre los 19 y 30 años (31,4 %), identificado en el 95 % de mujeres y el 5 % en hombres. (Figura 4).

Las cepas de *E. coli* causan aproximadamente el 40 % de los casos de septicemia y el 80 % de los casos de meningitis, especialmente en infecciones neonatales tempranas (0 a 3 días) por la fuente en el aparato genital materno (15).

El segundo microorganismo causante de las IVU en la población de estudio corresponde al *Staphylococcus epidermidis* con el 3,1 % de presencia en el total de la muestra investigada, y el 17 % de los casos de microorganismos poco frecuentes, la presencia en pacientes femeninos es total (el 100 % de los casos encontrados corresponden a este grupo), el comportamiento por edad se mantiene en las edades de 19 a 30 años. La investigación descarta la posibilidad de contaminación de la muestra por este agente patógeno.

El siguiente agente patógeno en orden del porcentaje de afectaciones por infecciones del tracto urinario se da por presencia de la bacteria *Staphylococcus Saprophyticus*, mismo que está considerado como el tercer agente más frecuente causante de las IVU atacando en un 86,7 % a la población femenina y en un 13,4 % a la población masculina. Esta bacteria se encuentra en la piel por lo tanto puede propagarse fácilmente en la uretra mediante relaciones sexuales o contacto normal. El grupo de edad predominante en las mujeres es el de 13 a 40 años, asociada esta situación a la edad reproductiva, basada en la frecuente práctica sexual. En un estudio que evaluó infecciones genitourinarias supuradas en hombres el 88% de los abscesos escrotales, prostáticos y perinéfricos contuvieron anaerobios entre los microorganismos infecciosos (13).

A través del tiempo, la evolución de algunas especies micro bacterianas que han aumentado su resistencia a ciertos componentes de los antibióticos, han ocasionado serios y fuertes daños en la salud de los pacientes.

Se relaciona el microorganismo – resistencia, considerando así dos formas de resistencia, la resistencia individual que se refiere a la interacción molecular entre una célula bacteriana con todo su arsenal genético y metabólico, y un antibiótico determinado, y la resistencia poblacional que representa el comportamiento in vitro de un agente patógeno bacteriano preestablecido (una población bacteriana) enfrentado a determinada concentración de un antibiótico, por un período de tiempo determinado, determinando así el estado de sensibilidad, resistencia o intermedio. (5).

De este modo, si bien *Echerichia coli* posee un gen capaz de producir un efectivo mecanismo de resistencia, su escasa expresión (asociada a la acción residual de algún promotor que se encuentre corriente arriba en el cromosoma bacteriano) hace que el microorganismo pueda comportarse como sensible a ampicilina. (16).

La Resistencia de la enterobacteria *Echerichia coli* a los medicamentos usados en el estudio (Figura 5), de acuerdo con el registro de Resistencia a antibióticos dirigidos al tratamiento, en 180 casos se encuentra resistencia a la Ampicilina lo que corresponde al 41,19 % de las personas que poseen este microorganismo y con dimensiones porcentuales similares el segundo antibiótico al cual las personas son más resistentes, se trata del Trimetroprim-sulfametoxazol con 175 casos, lo cual equivale a un 40,05 % de personas infectadas con esta bacteria, seguido de la Ciprofloxacina y la Levofloxacina con el 25,86 % y el 24,26 % respectivamente, siendo estos los cuatro antibióticos principales a los que el enterobacter es resistente.

El uso indiscriminado de antibióticos no solo crea bacterias resistentes, sino que también hace que otras bacterias se vea sometidas a mayor estrés y ello aumente su motilidad y por lo tanto su tendencia a la captación de ADN de otras bacterias (17), (que pueden ser precisamente las bacterias resistentes, con lo que tendríamos un mayor número de éstas).

Cuatro de cada cinco infecciones focalizadas en el las vías urinarias están provocadas por la bacteria *Escherichia coli*, una bacteria que se ha hecho resistente al tratamiento con antibióticos, generando -en algunas cepas- bacterias más virulentas que las primigenias (18). Por ello, es ne-

cesario y procedente evaluar los estadios de intermedio y sensible de los microorganismos, para determinar tratamientos que pueden ser antesala al uso de medicamentos que pueden generar o han generado resistencia en la población objetivo.

El comportamiento de *E. coli* en sus niveles de resistencia, intermedio y sensible para los diferentes medicamentos en los cuales se registra al menos una observación, se descubre que la máxima sensibilidad (54,9 %) es hacia el Meropenem, los pacientes con historial de hipersensibilidad a los carbapenem, penicilinas u otros antibióticos beta-lactámicos también pueden ser sensibles a este medicamento. Como con otros antibióticos, se puede producir sobre crecimiento de organismos no susceptibles, siendo necesaria la evaluación repetida de cada paciente. El 13,3 % de las muestras tienen una sensibilidad de “intermedio” entre resistencia y sensibilidad a la Ampicilina+Sulbactam, este medicamento está indicado en el tratamiento de infecciones producidas por bacterias sensibles a este antibiótico en diferentes partes del organismo, tales como, infecciones del tracto respiratorio superior e inferior, tracto urinario, de la piel, tejidos blandos, de los huesos y articulares, infecciones gonocócicas. En la Figura 6, se concentran los resultados del comportamiento de los microorganismos y su relación con la resistencia, intermedio y sensibilidad que presentan frente a los diferentes medicamentos usados.

Con una mirada general el comportamiento tiene una tendencia hacia la resistencia y particularmente hacia los medicamentos que han sido frecuentemente comercializados y mal utilizados por la población para la automedicación, como por ejemplo las penicilinas, ampicilina, trimetropinsulfa, la gentamicina entre otros. Se puede apreciar, además, que el medicamento que muestra mayor cantidad de resistencia al grupo de microorganismos es la Ampicilina, seguido del Trimetropin sulfametoxazol. De igual manera la sensibilidad se aprecia en forma mayoritaria para Amikacina, Levofloxacina, Meropenem y el PIP/TAZO entre el 41 y 43 % del total de los casos estudiados, debido a su accesibilidad y el consumo indiscriminado por automedicación, comercialización no farmacéutica, entre otras.

Llama la atención los estadios de intermedio, en varios medicamentos que por el riesgo de ser efectivos o no, el estudio orienta de manera global y sencilla al médico a tomar decisiones antes de iniciar o escoger uno u otro esquema de tratamiento ante las IVU, considerando para ello, además otros factores asociados, como el sitio de infección, las propiedades farmacocinéticas del antibiótico (donde se encuentran incluidas la dosis y el fraccionamiento diario del mismo), el estado inmunológico del paciente, el tamaño del inóculo bacteriano, entre otras, y la recuperación del estado de salud del paciente, es el parámetro que determina la efectividad del tratamiento. El análisis de fortaleza de la investigación potencia la orientación médica hacia la toma de decisiones acertadas, oportunas, y eficientemente con la responsabilidad sobre los recursos en las casas de servicio de salud, la comunidad médica conoce a través de la investigación el comportamiento de resistencia de los microorganismos, lo cual potencia su intervención. El 72,7 % del total de las muestras fueron desechadas por diferentes razones, lo cual indica cierta debilidad en la investigación, puesto que en su mayoría no obedecen a la naturaleza misma de la investigación, ya que a su vez de este porcentaje el 71.8 % no mostró un crecimiento bacteriano, el 27.8 % no cumplió con los requerimientos de identificación y menos del 0.5 % se muestra como contaminada o para repetir, ya que ocurren en el proceso de recolección de la muestra de orina por parte del paciente.

4. CONCLUSIONES:

Las infecciones de vías urinarias aparecen y se mantienen mayoritariamente en las personas en edades reproductivas, esto es entre 19 y 30 años. La población femenina es la más afectada por infección de vías urinarias, en relación a los pacientes de sexo masculino.

El microorganismo más común y frecuente en su prevalencia es la enterobacteria *Escherichia coli* con el 70,9 % de los casos encontrados en el estudio, que concuerdan con estadísticas existentes en estudios similares.

La diferencia entre la enterobacteria más prevalente *Escherichia coli* y el grupo de microorganismos menos frecuente es del 70 % al 3 % (siendo el *Staphylococcus epidermidis* el segundo en frecuencia), demostrando que el 30 % de microorganismos responsables de las infecciones de vías urinarias corresponden a más de 20 clases en la población de estudio.

El medicamento que muestra mayor resistencia es la penicilina (54,7 %), seguidas de las sulfas (43,2 %). Las Infecciones del tracto urinario son muy frecuentes, afectan a todos los grupos de edad (desde cero años a 80 y más años), en diferentes porcentajes pero presentes al fin, las mujeres son las más afectadas en cada extracto de edad por grupos.

Existen medicamentos de segunda elección, como el Meropenem o la Levofloxacina útiles para tratamientos de urgencia, o paliativos. Se demuestra que las infecciones del tracto urinario son patologías que deberían estar consideradas epidémicas por la magnitud de población afectada.

AGRADECIMIENTOS

Expresamente el agradecimiento a los integrantes del equipo de investigación, por su aporte profesional y ético en las diferentes fases de la investigación, sin éste contingente, no se podría aportar a la generación del conocimiento sobre los hallazgos del estudio. De igual manera, al personal de laboratorio del Hospital General Docente de la ciudad de Riobamba por su aporte y tenacidad en su labor y finalmente a la Carrera de Medicina de la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por las facilidades brindadas y por ser nuestro referente de excelencia en investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

El equipo investigador declara no referir ningún conflicto de interés que pudiera haber sesgado el procedimiento de obtención y/o presentación de resultados, ni en ninguna otra parte de la investigación, o conflicto alguno que pudiese afectar a los participantes.

REFERENCIAS

1. Máttar, S., Martínez, P., & others. 2007. Emergencia de la resistencia antibiótica debida a las β -lactamasas de espectro extendido (BLEE): detección, impacto clínico y epidemiología. *Infections*, 11(1), 23–35.
2. Oliveira, R., Costa, R., & Mathias, A. 2010. Hospitalizaciones en menores de cinco años por causas evitables. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, 20(1). Recuperado a partir de http://www.scielo.br/pdf/rlae/v20n1/es_18.pdf
3. Niswander, K. 1987. *Obstetricia: práctica clínica*. Reverte.
4. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2016. *Misión y Visión Institucional – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Riobamba-Ecuador. Recuperado a partir de <https://espoch.edu.ec/index.php/mision-vision.html>
5. Bado, I., García, V., Robino, L., Cordeiro, N., Seija, V., & Vignoli, R. (s. f.). Principales mecanismos de resistencia antibiótica. Recuperado a partir de <http://higiene1.higiene.edu.uy/DByV/Principales%20mecanismos%20de%20resistencia%20antibi%F3tica.pdf>
6. Kelley, W. N. 1993. *Medicina interna*. Ed. Médica Panamericana.
7. Andreu, A., Planells, I., Urinarios, G. C. E. para el E. de la S. A. de los P., & others. (2008).

- Etiología de la infección urinaria baja adquirida en la comunidad y resistencia de *Escherichia coli* a los antimicrobianos de primera línea. Estudio nacional multicéntrico. *Medicina clínica*, 130(13), 481–486.
8. Oliver, S. P. 2011. *Metodología de la investigación social*. Librería-Editorial Dykinson.
9. Morales, A. R., & Zárate, L. E. M. (2004). *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada*. Ed. Médica Panamericana.
10. Maglio, F. 1995. El sida como "enfermedad social". *Quirón*, 26(4), 57.
11. Castaño, L. S. Á., & Stella, L. 2009. Los determinantes sociales de la Salud, más allá de los factores de riesgo. *Revista Gerencia*, 69–79.
12. Arreguín, A. G., Lozano, A. M. E., & Hernández, B. T. (s. f.). Identificación y comparación de microorganismos, susceptibilidad y resistencia a veintidós antibióticos, en pacientes con infección de tracto urinario asociada a catéter. Recuperado a partir de http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Arturo_Govea_Arreguin.pdf
13. Wein, A. J., M.D., L. R. K., M.D., A. W. P., & Novick, A. C. 2008. *Campbell-Walsh Urología/ Campbell-Walsh Urology*. Ed. Médica Panamericana.
14. Cabello, R. R. 2007. *Microbiología y parasitología humana / Microbiology and Human Parasitology: Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias / Etiological Basis of Infectious and Parasitic Diseases*. Ed. Médica Panamericana.
15. Baker, C. (DRT). 2009. *Red Book Atlas de enfermedades infecciosas en pediatría / Red Book Atlas of Pediatric Infectious Diseases*. Ed. Médica Panamericana.
16. Vignoli, R., & Seija, V. (s. f.). Principales mecanismos de resistencia antibiótica. *Temas de Bacteriología y Virología Médica*, 649.
17. Bakkali, M. 2013. Could DNA uptake be a side effect of bacterial adhesion and twitching motility? *Visions & Reflections*, (195), 279-289. <https://doi.org/10.1007/s00203-013-0870-1>
18. Fernández Arjona, M. (s. f.). Más de la mitad de las mujeres toman antibióticos para la cistitis. Europa Press.
19. Hinostroza F, Loza M. Resistencia antibiótica en infecciones urinarias en niños atendidos en una institución privada, periodo 2007 – 2011. [Internet]. 2013[citado 2 de Septiembre del 2016]; vol.24 no.3. Disponible en : http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2013000300006
20. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. [Internet]. Lima: INS; 2002. p. 35-36. (Citado el 10 de Septiembre del 2016). Disponible en: http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/-1/manua_l%20sensibilidad.pdf
21. Cortés, A., Rivera, C., Montalegre, A., Puentes, N., & Bayona, M. A. 2011. Resistencia antibiótica de los gérmenes productores de infección urinaria en el servicio de pediatría del HUHMP. *Revista Facultad de Salud-RFS Julio-Diciembre*, 3-1.
22. Lucana, M., & Etiología, L. J. 2011. Sensibilidad antibiótica de infección del tracto urinario en menores de 4 años en el Instituto Nacional de Salud del Niño durante el año 2008 (Doctoral dissertation, Tesis Bachiller en Medicina. Lima, Perú. Universidad Peruana San Martín de Porres, 2011.[Links]).
23. Rodrigo, G. D. L. C., Méndez Hernández, M., & Azuara Robles, M. (2011). Infección urinaria. *Infección urinaria* [Internet]. 3ra edición. España: ERGON, 125-34.
24. Caggiani, M. (2010). Infección urinaria. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 81(3), 185-187.
25. Chiarella, P., Fukuda, J., Chaparro, E., & Yi, A. (1993). Infección del tracto urinario en Pediatría Etiología y tratamiento. *Rev. méd. hered*, 4(4), 178-81.
26. Velez, C., Serna-Higuaita, L. M., Serrano, A. K., Ochoa-García, C., Rojas, L., & Bedoya, A. M. (2014). Perfil de resistencia de los patógenos causantes de infección urinaria en la población

pediátrica y respuesta al tratamiento antibiótico, en un Hospital Universitario 2010-2011. *Colomb Med*, 45, 39-44.

27. Tavárez, J. B., Medrano, M. V. V., Sapeg, G., Mejía, R. A. H., & Peña, S. C. (2005). Frecuencia de infecciones de vías urinarias en mujeres de 15 a 49 años en la UNAP de Angostura. *Rev Med Dom*, 66(1), 20-1.

28. Ruíz, E., & López, B. (2008). Infección de vías urinarias. Detección por métodos rápidos de laboratorio. *Rev Mex patol Clin*, 55(4), 201-6.

29. Veliz Franco, Á. (2016). Patrón microbiológico y sensibilidad antibiótica de urocultivos en pacientes de 2 meses a 14 años en el hospital San José durante el periodo 2011-2014.

30. Huamán, G. A. C. (2014). Etiología y Sensibilidad Antibiótica de Urocultivos en Población Pediátrica de un Hospital General Peruano. *Ciencia e Investigación Medico Estudiantil Latinoamericana*, 19(1).

31. Pinto, J., Carvajal, P., López, Y., Palacio, D., Torres, T., Restrepo, M.,... & Olate, M. (2011). Agentes etiológicos de infecciones del tracto urinario y su resistencia a antibióticos en población pediátrica; Medellín, Colombia. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 11(2), 159-168.

32. Herrera, C., Navarro, D., & Täger, M. (2014). Etiología y perfil de resistencia antimicrobiana en infección del tracto urinario en niños, Valdivia 2012. *Revista chilena de infectología*, 31(6), 757-758.

33. McGregor, J. C., Quach, Y., Bearden, D. T., Smith, D. H., Sharp, S. E., & Guzman-Cottrill, J. A. (2014). Variation in antibiotic susceptibility of uropathogens by age among ambulatory pediatric patients. *Journal of pediatric nursing*, 29(2), 152-157.

34. Tena, D., González-Praetorius, A., González, J. C., Heredero, E., Illescas, S., de Baranda, C. S., & Seseña, G. (2010). Evolución del patrón de sensibilidad de *Escherichia coli* en infecciones del tracto urinario diagnosticadas en la comunidad durante el periodo 2003-2007. Estudio multicéntrico en Castilla la Mancha. *Revista Española de Quimioterapia*, 23(1).

35. Camarena, D. E. G., Solórzano, J. F. J., Egoávil, E. Z. T., & Cuba, F. S. (2009). Sensibilidad antibiótica de bacterias causantes de infecciones del tracto urinario en un hospital general. Enero-junio 2008. *Revista Médica Herediana*, 20(1), 11-15.

36. De Lucas Collantes, C., Álvaro González, J. C., Chacón, A. A., Ascaso, M. G., Pérez, R. P., Ortega, M. C., & Romero, I. S. (2012, April). Infecciones del tracto urinario: sensibilidad antimicrobiana y seguimiento clínico. In *Anales de Pediatría* (Vol. 76, No. 4, pp. 224-228). Elsevier Doyma.

17 – 36 Bibliografía

Tablas y Figuras

Tabla 1. Exclusión de los Registros por Causa

	Nº de Registros
Total de Registros	2 146
Sin información (sexo y/o edad)	434
Examen sin crecimiento bacteriano / no hubo examen	1 122
Examen repetir muestra	3
Muestra contaminada	2
Total registros excluidos	1 561
Total registros muestra limpia	585

Fuente: HPGDR, Robalino P., et al, INNOMED, 2016.

Figura 1. Casos de Pacientes con Infección de Vías Urinarias según Edad y Sexo

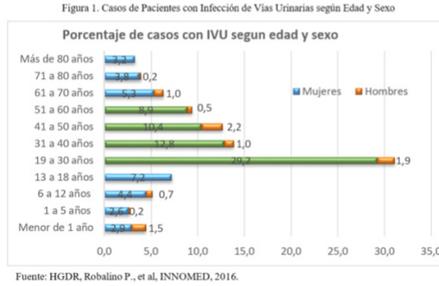


Figura 2. Principales microorganismos – Presencia según tipo de Agente Patógeno

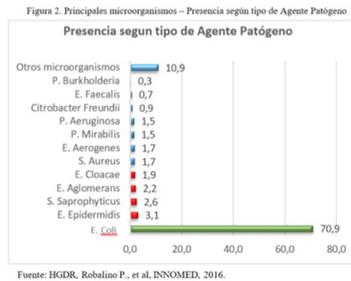


Figura 3. Agentes Patógenos (Microorganismos) menos frecuentes



Figura 4. Presencia de Escherichia coli en Pacientes según Edad y Sexo



Figura 5. Resistencia/sensibilidad de Escherichia coli

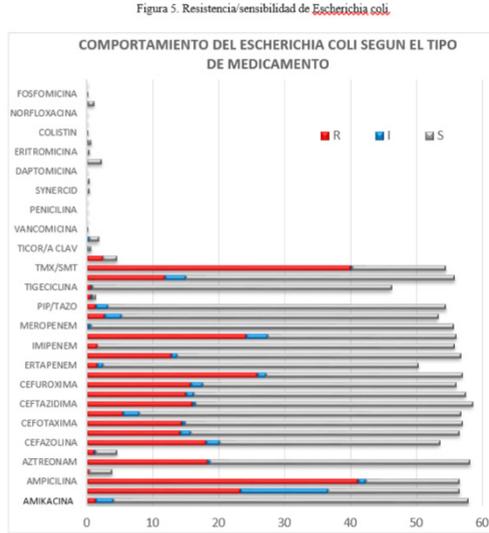
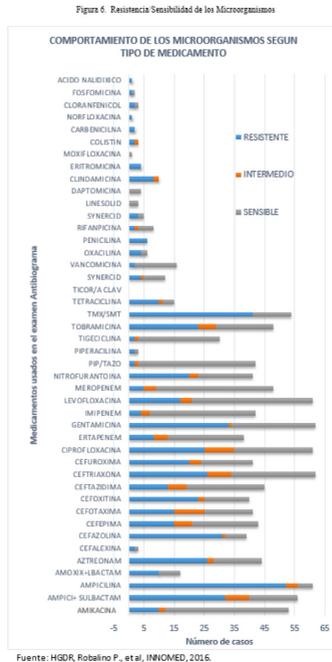


Figura 6. Resistencia/Sensibilidad de los Microorganismos



IMPORTANCIA FLORÍSTICA DE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO, ECUADOR

(FLORISTIC IMPORTANCE OF THE PEATLANDS IN THE CHIMBORAZO FAUNA PRODUCTION RESERVE, ECUADOR)

P, Lozano Rodríguez (1)*, J, Andrade Muñoz (1), F, Romero Cañizares (1), C, Frey Erazo (1)

(1) 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

El conocimiento de la biodiversidad de un ecosistema es fundamental para impulsar procesos de conservación y aprovechamiento sustentable de los servicios ecosistémicos que suministra un espacio natural, en virtud de que su mantenimiento permite una capacidad de reacción y adaptación a presiones naturales y antrópicas. Por este motivo, la presente investigación brinda información sobre la composición y diversidad florística de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Este proceso inició con la descripción de la composición florística del área en estudio, posteriormente continuó con la determinación de índices de biodiversidad alfa (α) y beta (β), finalmente concluyó con el cálculo de la importancia ecológica de las especies. Los datos indican que la composición florística de los bofedales está conformada por 25 familias, 55 géneros y 63 especies, las familias que destacan son Asteraceae, Poaceae, Apiaceae y Rosaceae. La biodiversidad es media con valores comprendidos entre 2,2 y 3,3 (Margalef) representadas por *Plantago rígida*, *Deyeuxia rigescens* *Oreobolus ecuadorensis* y *Distichia muscoides*. La estructura y funcionamiento de este ecosistema está determinada por la importancia ecológica de 30 especies.

Palabras clave: biodiversidad, humedales de altura, cobertura vegetal, importancia ecológica.

ABSTRACT

The knowledge of the biodiversity of an ecosystem is essential to promote processes of conservation and sustainable use of the ecosystem services that provides a natural space, in virtue that its maintenance allows a capacity of reaction and adaptation to natural and anthropogenic pressures. For this reason, this research provides information on the floristic composition and diversity of the peatlands of the Chimborazo Fauna Production Chimborazo. This process began with the description of the floristic composition of the area under study, subsequently continued with the determination of the indices of biodiversity alpha (α) and beta (β), and finally concluded with the calculation of the ecological importance of the species. The data indicate that the floristic composition of wetlands is comprised of 25 families, 55 genera and 63 species, families that stand out are Asteraceae, Poaceae, Apiaceae and Rosaceae. Biodiversity is medium with values ranging between 2.2 and 3.3 (Margalef) represented by *Plantago rigid*, *Deyeuxia rigescens* *Oreobolus ecuadorensis* and *Distichia muscoides*. The structure and functioning of this ecosystem is determined by the ecological importance of 30 species.

Keywords: biodiversity, wetlands of height, plant cover, ecological importance.

1. Introducción

La composición y diversidad florística son elementos importantes para la descripción cuantitativa de cualquier remanente de vegetación, además de ser elementos determinantes en los ecosistemas por ofrecer las condiciones que requiere el nicho ecológico de las especies que lo ocupan (1). Esto conduce a la idea, tan importante en el aspecto ambiental, de que no se puede mantener la diversidad de especies si no se mantiene la integridad del ecosistema. De hecho el deterioro de los ecosistemas es el principal responsable de la acelerada extinción de la diversidad; es por tanto que la diversidad florística debe ser entendida como el resultado de un proceso histórico que ha ocurrido en el tiempo y es irrepetible (2).

Los bofedales son humedales de altura que se encuentran sobre los 3 800 msnm en los Andes centrales y septentrionales; nacen de zonas de inundación de los ríos o deshielos y se caracterizan por tener una vegetación en forma de esponja o colchón (3), dentro de su composición florística destacan especies como *Distichia muscoides* Nees & Meyen, *Lilaeopsis andina* Hill, *Lucilia tunariensis* Kuntze, *Isoetes lechleri* Mett, *Festuca dolichophylla* Presl, *Gentiana peruviana* Griseb, *Calamagrostis* sp Adans y *Scirpus* sp L, (4) formando un tapiz de algunos centímetros de altura, interrumpido por numerosos charcos, donde se asocian algunas rizomatosas monocotiledóneas rozuladas de los géneros *Carex* L, *Deyeuxia* Clarion, *Gentiana* L, *Werneria* Kunth, *Arenaria* L, *Lobelia* L (5).

En la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCh) los bofedales se distribuyen en complejos de tamaños diferentes localizados en valles abiertos y zonas de depresión en torno a los nevados Chimborazo y Carihuairazo con una extensión aproximada de 2 683,22 ha (6). La composición y diversidad florística de este ecosistema no ha sido descrita a profundidad, sin embargo en un estudio realizado en páramo herbáceo de zonas cercanas a los bofedales los resultados indican que existe dominancia de las familias Poaceae, Asteraceae y Geraniaceae (7). Ante esta situación y al no tener una línea base enfocada específicamente en los bofedales, el estudio de la composición y diversidad florística toma relevancia por cuanto constituye un componente importante en la caracterización de este ecosistema, mismo que permitirá en estudios posteriores relacionar cambios en la composición de especies con variables antrópicas a diferentes escalas.

Para atender la situación descrita, el presente trabajo planteó tres preguntas de investigación: ¿cuál es la composición florística de los bofedales de la RPFCh?, ¿cuál es la diversidad alfa (α) y beta (β) de los bofedales de la RPFCh? y ¿cuál es la importancia ecológica de las especies (IVI's) de flora de los bofedales de la RPFCh? Para resolver estas preguntas se formularon tres objetivos: a) describir la composición florística de los bofedales, b) determinar los índices de diversidad alfa (α) y beta (β) de los bofedales y c) calcular el IVI de las especies de flora de los bofedales. En este contexto el propósito de esta investigación es la generación de una línea base que contribuya a la conservación y manejo de los bofedales de la RPFCh.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la jurisdicción de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCh), cuyas coordenadas geográficas son: noroeste 724588- 9851177; sureste 748675-9831139; noreste 754275-9850907 y suroeste 731335- 9830667 (8). El estudio se centró en los bofedales de la RPFCh cuya extensión asciende a 2 683,22 ha (9), para efectos de esta investigación se tomó como muestra 520 ha distribuidas en 16 áreas de estudio, en la

provincia de Chimborazo (4 bofedales), en Bolívar (6 bofedales) y en Tungurahua (6 bofedales) (Fig. 1); las altitudes de los sitios varían desde los 3825 hasta los 4442 msnm.

2.2. Métodos

La presente investigación midió de forma independiente las variables e indicadores para describir la composición florística, determinar los índices de diversidad alfa (α) y beta (β), y posteriormente calcular el IVI de las especies de flora de los bofedales. Es así que para cumplir este propósito se emplearon métodos y técnicas de investigación de campo, aplicada y documental, las cuales se describen por objetivo.

La descripción de la composición florística se realizó aplicando dos métodos: a) el método de investigación de campo, utilizando como técnica el uso de 6 cuadrantes de 1×1 m, para muestrear la vegetación de cada área de estudio, mismos que se distribuyeron considerando la composición vegetal (herbácea) a una distancia de 50 metros entre cada uno. Cada cuadrante se subdividió en cuadrículas de 0.1×0.1 m, para lo cual se utilizó un armazón de tubería PVC con un enrejado formado por hilos finos que delimitan 100 celdillas de las dimensiones descritas, tomando como referencia la metodología del manual GLORIA (10) adaptado para páramos andinos (11-13). Dentro de las parcelas se registró el número de especies, el número de individuos y la cobertura; b) el método de investigación documental y técnicas comparativas para la identificación de especies que no pudieron ser reconocidas en el campo, para lo cual se fotografiaron tomando en cuenta sus características morfológicas, para luego ser identificadas con la ayuda de claves taxonómicas (14,15) o por comparación con material taxonómicamente ya identificado en la colección científica del Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP) y con el apoyo de especialistas botánicos.

Los índices de diversidad alfa (α): índice de Shannon, índice de Pielou, índice de Simpson e índice de Margalef, así como los índices de diversidad beta (β): índice de Bray-Curtis se calcularon utilizando el método de investigación aplicada a través de la utilización de los softwares PRIMER 5.0 (16) y PAST 2.17 (17).

Para identificar las especies que contribuyen en la composición y estructura vegetal de los bofedales (18), se calculó el índice de valor de importancia de las especies de flora, mediante la sumatoria de la frecuencia relativa (Fr) [1], la densidad o abundancia relativa (Ar) [2] y la dominancia relativa (Dr) [3], utilizando el método de investigación aplicada con las siguientes fórmulas:

$$Fr = (\text{Núm. de apariciones de la sp} / \text{Núm. de apariciones de todas las spp}) * 100 \quad [1]$$

$$Ar = (\text{Núm. de individuos de la sp} / \text{Núm. total de individuos de todas las spp}) * 100 \quad [2]$$

$$Dr = (\text{Porcentaje de cobertura de la sp} / \text{Porcentaje de cobertura de todas las spp}) \quad [3]$$

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye el

IVI que puede fluctuar de 0 a 300%. Al dividir este valor por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 100%. Este valor provee un estimado global de la importancia de cada especie vegetal para el ecosistema bofedal (19).

3. Resultados

3.1 Descripción de la composición florística de los bofedales

La composición florística de los bofedales de la RPFCh se encuentra determinada por la presencia de 25 familias, 55 géneros y 63 especies, todos de tipo herbácea distribuidas en las 16 áreas de estudio. Las familias con mayor número de especies son Asteraceae (12 especies), Poaceae (9 especies), Apiaceae (5 especies) y Rosaceae (4 especies). El bofedal denominado Cruz del Arenal ANI es el área de estudio que concentra la mayor cantidad de géneros y familias, seguido de Los Hieleros ANI. Mientras que los bofedales con menor presencia de géneros y familias son Puente Ayora ANI y Pampas Salasaca BI (Tabla 1). En las 16 áreas de estudio se registraron 9 787 individuos.

Plantago rígida Kunth, tiene presencia en las 16 áreas de estudio con la mayor cobertura en todos los sitios, *Calamagrostis intermedia* Presl, *Deyeuxia rigescens* Presl, y *Hypochaeris sessiliflora* Kunth, tienen presencia en 14 áreas de estudio sin embargo *D. rigescens* posee la mayor cobertura después de *P. rígida*. Otras especies que se encuentran distribuidas en la mayoría de áreas muestreadas son: *Geranium multipartitum* Kunth, *Cotula mexicana* Hemsl, *Gunnera magellanica* Lam, y *Halenia weddelliana* Gilg.

3.2 Determinación de índices de diversidad alfa (α) y beta (β)

3.2.1 Diversidad alfa (α)

El índice de dominancia de Simpson ($1-\text{Lambda}'$) calculado por área de estudio muestra que los bofedales que presentan mayor dominancia son Los Hieleros ANI y Puente Ayora AI (Tabla 2). Las especies con mayor dominancia que estarían influyendo en el bofedal Los Hieleros ANI son *P. rígida* con una cobertura del 20% y *Oreobolus ecuadorensis* R. Br, con el 17% de cobertura. Del mismo modo para el caso de Puente Ayora AI las especies con mayor cobertura son *P. rígida* (29%) y *O. ecuadorensis* (23%). Para ambos casos existe el 93 % de probabilidad de que dos ejemplares tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

Para el índice de equidad de Shannon (H' (loge)) (Tabla 2) los bofedales con mayor equidad en su composición florística son los Hieleros ANI y Puente Ayora AI; es importante mencionar que este índice evidencia que en todas las áreas las especies no están representadas por un mismo número de individuos, manteniendo una equidad media con valores que van del 2,1 al 2,8. Adicionalmente el índice de Pielou (J') que también evidencia la equidad y que es adecuado usarse con la medida de diversidad de Shannon, muestra valores entre 0,75 y 0,93 para todas las áreas de estudio, donde valores cercanos a 1 corresponderían a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (20).

Para el índice de diversidad de Margalef (d) todos los bofedales poseen una diversidad media por tener valores comprendidos entre 2,2 y 3,3; en función de que valores inferiores a 2 son zonas de baja biodiversidad y los valores superiores a 5 son indicadores de alta biodiversidad (21). Sin embargo, los bofedales que poseen mayor diversidad en su composición florística son Los Hieleros ANI (4 442 msnm) y Cónдор Samana BI (3 825 msnm), lo que indica que la altitud de los bofedales no es una limitante para la diversidad en cuanto a especies de flora.

La curva aleatorizada de acumulación de especies refleja una curva asintótica (Fig. 2), indicando que los muestreos realizados fueron adecuados para explicar la riqueza.

3.2.2 Diversidad beta (β)

El índice de similitud de Bray- Curtis (Fig. 3) indica la semejanza y variación de especies entre áreas estudio, es así que los valores más altos de similitud se encuentran entre los bofedales Cruz del Arenal ANI (4 240 msnm) y Puente Ayora AI (4 120 msnm) con un valor cercano al 80% y con 16 especies compartidas en una diferencia altitudinal de 120 m entre ambos lugares, seguidos de Pachancho BI (4 040 msnm) y Casa Cóndor BI (4 008 msnm) con un valor aproximado del 76 % de similitud y 15 especies compartidas en una diferencia altitudinal de 32 m entre ambos lugares.

En el mismo sentido los bofedales que menos similitud tienen con los demás son Pampas Salasaca BI (3 854 msnm) y Cóndor Samana BI (3 825 msnm) con un porcentaje aproximado del 45% de similitud entre ellos y con 7 especies compartidas en una diferencia altitudinal de 29 m; las especies que no se encuentran en estos sitios a diferencia de los que tienen mayor similitud son: *Aciahne acicularis* Benth, *Culcitium* sp Bonpl, *G. multipartitum*, *Lachemilla nivalis* Kunth, *Lucilia conoidea* Wedd, *O. ecuadorensis* y *Phylloscirpus acaulis* Phil, probablemente la distribución de estas especies este limitada por la altitud o el grado de intervención antrópica.

3.3 Cálculo del índice valor de importancia de las especies de flora de los bofedales (IVI's)

En los bofedales de la RPFCh las 30 especies con mayor valor de importancia ecológica (Tabla 3) acumulan el 93,35 % del total del IVI's. En ese contexto las siete especies más representativas y que contribuyen en la composición y estructura vegetal de los bofedales son *P. rigida*, *Deyeuxia rigescens* Presl, *Distichia muscoides* Nees-Meyen, *O. ecuadorensis*, *G. multipartitum*, *C. mexicana* y *L. conoidea*.

El resultado del IVI's se deriva de la presencia u ocurrencia de estas especies en la mayoría de las áreas de estudio. Este parámetro está condicionado en primera instancia por el número y tamaño de los individuos dentro de las parcelas. El segundo condicionante contribuye a reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los individuos de cada especie. Es decir, aquellas especies que presentan un valor mayor son aquellos que poseen un patrón regular mientras aquellas con valor bajo son características de un patrón agregado, irregular y disperso (22).

4. Discusión

La composición florística de los bofedales de la RPFCh está representada principalmente por las familias Asteraceae, Poaceae, Apiaceae, Rosaceae y Plantaginaceae, esto se relaciona en gran medida con los resultados obtenidos en un estudio agrostológico en bofedales de la comunidad de Aguas Calientes, La Paz, en donde sus resultados indican que en estos bofedales predomina vegetación de cojines pertenecientes a las familias Plantaginaceae, Juncaceae y Asteraceae (23); adicionalmente en un estudio realizado en Chile se menciona que en aquellos lugares donde la capa freática se encuentra a mayor profundidad, dominan gramíneas (poáceas) perennes de los géneros *Deyeuxia* Clarion, y *Festuca* L, (24).

En cuanto a índices de biodiversidad de la vegetación de bofedales en los andes ecuatorianos no existe información relevante que permita hacer una relación con los resultados obtenidos en esta

investigación. Sin embargo en la cuenca alta del río Tambo-Ichuña en Perú se indica que las familias más representativas son Asteraceae (24%), Poaceae (5,5%), Brassicaceae (4,75%), Fabaceae (4,5%), Caryophyllaceae (3%), Solanaceae (3,5%), Plantaginaceae (3%), Apiaceae (2,5%) y Scrophulariaceae (2,25%) (25) que concuerda de manera significativa con las familias registradas en los bofedales de la RPFCh. Si bien es cierto que al existir una amplia similitud entre la composición y diversidad vegetal de bofedales que se encuentran en rangos altitudinales que van desde los 3 825 msnm hasta los 4 440 msnm se puede afirmar que la altitud no es un factor limitante para las especies que ocupan este ecosistema, con excepciones de algunos representantes de las familias Poaceae, Geraniaceae, Rosaceae y Cyperaceae.

El IVI's demuestra que las especies con mayor importancia ecológica son las de tipo almohadilla que configuran el paisaje y el suministro de los servicios ecosistémicos asociados a los bofedales. Entre aquellas especies con importancia ecológica alta se encuentra *D. muscoides* que de acuerdo a un estudio realizado en las lagunas andinas de Pomacocha y Habascocha, Perú, señala que la depredación de esta especie ocasiona daños irreversibles en la estructura de los humedales de altura, pues esta se reproduce en un período de 80 a 100 años (26).

5. Conclusiones

La composición florística de los bofedales es similar en las 16 áreas estudiadas, conformada por 25 familias, 55 géneros y 63 especies con un registro de 9 787 individuos; las familias con mayor número de especies son Asteraceae, Poaceae, Apiaceae y Rosaceae, sin embargo esto no incide en la cobertura que tienen otras familias como Plantaginaceae y Juncaceae cuyas especies tienen una amplia frecuencia, abundancia y dominancia.

La biodiversidad de los bofedales en cuanto a su composición florística es media con valores comprendidos entre 2,2 y 3,3 (Margalef), con una probabilidad del 84 al 93 % que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie, además de que existe una equidad media con valores que van del 2,1 al 2,8 (Shannon). Las especies con mayor cobertura son *P. rígida*, *D. rigescens*, *O. ecuatoriensis* y *D. muscoides*.

En los bofedales existen 30 especies con el mayor valor de importancia ecológica, acumulando más del 90 % del total del IVI's, es decir que estas especies son determinantes en su estructura y funcionamiento, en ese sentido las que tienen los valores más altos son *P. rígida* (13,94 %), *D. rigescens* (7,03 %), *D. muscoides* (6,97 %), *O. ecuatoriensis* (6,29 %), *G. multipartitum* (4,19 %), *C. mexicana* (4,12 %) y *L. conoidea* (4,03 %), que entre ellas representan el 47 % del total.

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", y a la Dirección Provincial de Ambiente por brindar los permisos y facilidades logísticas para la ejecución de este trabajo de investigación.

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. Gadow K, Sánchez O, Álvarez J. Estructura y Crecimiento del Bosque. Vol.1.Alemania: Universidad de Göttingen; 2007.
2. Moreno C. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Zaragoza: GORFI; 2001.
3. Caziani S, Derlindat E. 2002. Humedales altoandinos del Noroeste de Argentina: su contribución a la biodiversidad regional. Consejo de Investigaciones. 1-13.
4. Lara R, Lenis A. 1996. Identificación y Caracterización de Bofedales en los Lípez-Potosí. Potosí: Programa de Autodesarrollo Campesino-Fase Consolidación, Foro Boliviano para el Medioambiente y Desarrollo. 3-18.
5. Alzérrecá H. 1988. Diagnóstico y prioridades de investigación en praderas y pasturas del Altiplano. Oruro, Bolivia. 1-15.
6. Andrade J. Determinación del estado de conservación de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Riobamba: ESPOCH; 2016.
7. Caranqui J, Lozano P, Reyes J. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. Enfoque-UTE. 7: 33-45.
8. Ministerio del Ambiente. Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Riobamba: Ministerio del Ambiente del Ecuador.2014.
9. Zambrano L. 2016. Estudio multitemporal de cobertura vegetal y uso de suelo en la RPFCH. Trabajo de titulación. Riobamba: ESPOCH; 2016.
10. Pauli H, Gottfried D, Hohenwallner K, Reiter R, Casale G, et al. 2003. Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Instituto de ecología y conservación biológica. Universidad de Viena. [citado 26 abril 2017]; Disponible en: http://www.gloria.ac.at/downloads/GLORIA_MS4_Web_espanol.pdf
11. Eguiguren P, Ojeda T, Aguirre N. 2010. Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático. [citado 26 abril 2017]; Disponible en: http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda_2010_Diversidad-Flor%C3%ADstica-del-PNP_docx.pdf
12. Rodríguez M. Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo de almo-hadillas de la comunidad de Yatzaputzan, cantón Ambato. Riobamba: ESPOCH. 2011.
13. Caranqui J, Haro W y Salas F. (2013). Diversidad y Similitud de los Páramos del Chimborazo. GADP Chimborazo. Riobamba: ESPOCH. 1-10.
14. Jorgensen P, Yanez L. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Vol 1. Missouri: Botanical Garden. 1999.
15. Missouri Botanical Garden. 2015. Trópicos base de datos. [citado 26 abril 2017]; Disponible en: <http://www.tropicos.org>
16. Clarke K, Gorley R. User manual tutorial PRIMER. Versión 5.0. Nueva Zelanda: Plymouth Marine Laboratory; 2001.
17. Hammer H, Harper D, Ryan, H. Paleontological statistics software package for education and data analysis. PAST. Versión 2.17. Oslo: Natural History Museum, University of Oslo; 2013.
18. Cottam G, Curtis J. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37, 451- 460.
19. Curtis J, McIntosh R. 1951. An upland forest continuum in the Praire Forest Border Region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
20. Magurran A. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. New Jersey-U.S.A. 179.
21. Margalef R. 1995. Ecología. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Barce-

lona: Omega. 29, 5-36.

22. Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas—posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Cooperación Técnica, Eschborn. 335.

23. Loza A. 2000. Zonificación de las Áreas Propicias para la Crianza de Camélidos en el Altiplano Central y Norte de Bolivia. La Paz, Bolivia: Unidad Ejecutora de Proyectos en Camélidos (UNEPCA). 36-78.

24. Olivares A. 1988. Experiencias de Investigaciones en Pradera Nativa en un Ecosistema Frágil. En: Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia. Oruro, Bolivia: Corporación Desarrollo de Oruro. 23.

25. Daniel B. Diversidad florística de la cuenca alta del río Tambo-Ichuña (Moquegua, Perú). Rev. peru biol. [online]. 2011, vol.18, n.1 [citado 2017-04-29], pp. 119-132. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332011000100008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1727-9933.

26. Flores M, Alegría J, Granda A. Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Poma-cocha y Habascocha, Junín, Perú. Rev. peru biol. [online]. 2005, vol.12, n.1 [citado 2017-04-29], pp. 125-134. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000100011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1727-9933.



Fig. 1. Mapa de áreas de estudio

Tabla 1. Riqueza florística de los bofedales de la RPFCh

Composi- ción	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16
Nro. Géne- ros	20	19	23	16	20	19	13	21	18	22	21	18	20	14	21	21
Nro. Fami- lias	12	10	23	9	12	12	6	12	12	12	13	13	13	8	12	12
Nro. espe- cies	20	19	23	16	21	19	13	21	19	23	21	19	21	14	21	21
Nro. indivi- duos	533	533	863	252	516	536	329	951	709	693	497	316	753	366	1039	901
Nro. Indivi- duos/sp	27	28	38	16	25	27	25	42	37	30	23	17	36	26	49	43

*B1: Cruz del Arenal BNI; B2: Casa condor BI; B3: Cruz del Arenal ANI; B4: Culebrillas AI; B5: Puente Ayora BNI; B6: Pachancho BI; B7: Puente Ayora ANI; B8: Puente Ayora AI; B9: Coop Santa Teresita BNI; B10: Condor Samana BI; B11: Los hieleros ANI; B12: Portal Andino AI; B13: Lazabanza BNI; B14: Pampas Salasaca BI; B15: Mechahuasca ANI; B16: Río Blanco AI.

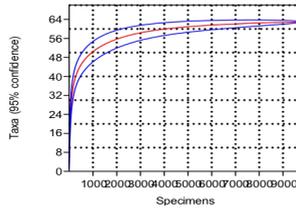


Fig 2. Curva de acumulación de especies de flora
Fuente: Software Past 2.17

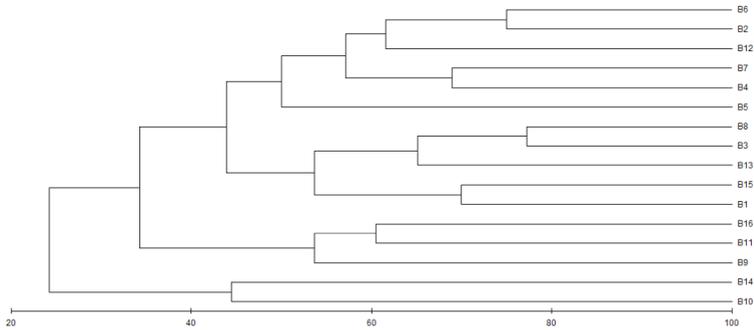


Fig 3. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis
Fuente: Software Past 2.17.

*B1: Cruz del Arenal BNI; B2: Casa cóndor BI; B3: Cruz del Arenal ANI; B4: Culebrillas AI; B5: Puente Ayora BNI; B6: Pachancho BI; B7: Puente Ayora ANI; B8: Puente Ayora AI; B9: Coop Santa Teresita BNI; B10: Cóndor Samana BI; B11: Los hieleros ANI; B12: Portal Andino AI; B13: Lazabanza BNI; B14: Pampas Salasaca BI; B15: Mechahuasca ANI; B16: Río Blanco AI.

Tabla 3. Índice de importancia de especies de flora de los bofedales de la RPFCh

Familias	Especies	Frec. R %	Abun. R%	Dom. R %	IVI
Plantaginaceae	<i>P. rigida</i>	5,44	16,93	19,44	13,94
Poaceae	<i>D. rigescens</i>	4,73	6,50	9,87	7,03
Juncaceae	<i>D. muscoides</i>	2,99	10,43	7,50	6,97
Cyperaceae	<i>O. ecuadorensis</i>	2,65	7,58	8,63	6,29
Geraniaceae	<i>G. multipartitum</i>	4,38	3,56	4,65	4,19
Asteraceae	<i>C. mexicana</i>	4,38	3,90	4,09	4,12
Asteraceae	<i>L. conoidea</i>	2,99	4,47	4,61	4,03
Asteraceae	<i>H. sessiliflora</i>	4,73	3,19	3,96	3,96
Campanulaceae	<i>Lysipomia montioides</i> Kunth.	3,33	3,93	4,04	3,77
Poaceae	<i>Festuca</i> sp Pl.	4,38	2,65	3,40	3,48
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> L.	2,65	4,91	2,52	3,36
Cyperaceae	<i>P. acaulis</i>	1,97	2,91	3,30	2,73
Gunneraceae	<i>G. magellanica</i>	3,33	2,76	2,03	2,71
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Ruíz.	1,97	3,14	2,92	2,68
Poaceae	<i>Poa annua</i> L.	3,33	2,05	2,47	2,62

Gentianaceae	<i>H. weddelliana</i>	3,33	1,78	1,55	2,22
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	2,65	1,87	2,11	2,21
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth.	2,31	2,21	2,04	2,19
Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i> Lam.	1,97	2,01	2,41	2,13
Poaceae	<i>C. intermedia</i>	4,73	0,86	0,49	2,03
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> Holsat.	2,99	1,20	0,76	1,65
Sphagnaceae	<i>Sphagnum</i> sp. Moss.	1,64	2,15	0,60	1,46
Brassicaceae	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	1,64	1,37	1,35	1,45
Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i> L.	2,31	1,07	0,86	1,41
Poaceae	<i>Stipa ichu</i> Kunth.	1,97	0,95	0,88	1,27
Asteraceae	<i>Culcitium</i> sp. Turcz.	1,64	1,30	0,84	1,26
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	1,64	0,77	1,19	1,20
Asteraceae	<i>Xenophyllum humile</i> Kunth.	0,98	1,28	1,05	1,10
Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa</i> Lam.	1,64	0,60	0,61	0,95
Asteraceae	<i>Chuquiraga jussieui</i> Gmel.	1,64	0,71	0,46	0,94

* Frec. R: Frecuencia relativa; Abun. R: Abundancia relativa; Dom. R: Dominancia relativa

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO, QUE BAÑA A LA POBLACIÓN VULNERABLE DEL CANTÓN PENIPE, ECUADOR

ECOLOGICAL CHARACTERIZATION FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE MICROCUENCA OF THE RÍO BLANCO, IT BATHS THE VULNERABLE POPULATION OF CANTON PENIPE, ECUADOR

M. E. Moscoso Gómez (1)*, M.S. Nuñez Moreno (2)

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Unidad de Admisión y Nivelación. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

* Correspondencia. Tel.: 032940381. Cel.: 0992747864, E-mail: mmoscosog@gmail.com (M.E. Moscoso Gómez)

RESUMEN

Los resultados presentados hacen referencia a la caracterización ecológica de la microcuenca del Río Blanco, zona considerada de alta vulnerabilidad por la constante actividad del volcán Tungurahua. Los resultados están basados en la estadística descriptiva, permitiendo evaluar los factores bióticos y abióticos de la microcuenca. Dentro de los factores abióticos se determinó la calidad de agua, así como el contenido de los nutrientes presentes en el suelo. Los datos meteorológicos y socioeconómicos fueron considerados para el estudio. Según el índice de calidad del agua (WQIo = 85.41; WQIf = 84.55), la microcuenca presentó una buena calidad en este recurso. En el caso de la composición edáfica se encontraron suelos categorizados como conservados, con los nutrientes y materia orgánica adecuados; y, ligeramente ácidos característicos de zonas altas. Por otra parte, no existe un impacto ambiental significativo en la microcuenca, sin embargo, para preservar su estado se presenta un plan de manejo sustentable.

Palabras Claves: Gestión Microcuenca. Desarrollo Sustentable. Impacto Ambiental

ABSTRACT

The results obtained refer to the ecological characterization of the micro river basin of Río Blanco which has been considered as a high vulnerability zone because of the constant Tungurahua Volcano activity. The results were based on a descriptive statistic. It permitted the evaluation of biotic and abiotic factors in the micro river basin. The water quality as well as the nutrients present in the soil were determined. The meteorological and the socio-economic data were considered in this study. According to the quality index of the water (WQIo = 85.41; WQIf = 84.55), the micro river basin showed good quality in this respect. Concerning the edaphic factors, soils categorized as preserved were found with adequate nutrients and organic matter. They had light acidity, a characteristic in highland zones. Otherwise, there does not exist significant environmental impact on the micro basin; nevertheless, a plan for sustainable management is being presented in order to preserve it.

Key Words: Management microcatchment. Sustainable development. Environmental impact

1. Introducción

Las actividades antropogénicas, tales como la agricultura y ganadería, han alterado sistemáticamente el uso de la tierra y de los ecosistemas, a pesar de considerarse de gran importancia las cuencas hídricas en América del Sur no han sido suficientemente estudiadas, por ese motivo no se aplica un manejo sostenible para dicho recurso en las regiones andinas. (1)

La cuenca hidrográfica del Río Blanco, baña el cantón Penipe, zonas consideradas de alta vulnerabilidad por las emisiones permanentes del volcán Tungurahua (2), sus agroecosistemas han perdido la productividad facilitando la migración de la población económicamente activa (3), los recursos naturales como el agua son considerados de vital importancia para su conservación y posterior reactivación productiva; esta cuenca es de imponderable importancia estudiarla para promover su gestión hídrica sostenida, requisito que permite además conocer las funciones ambientales sociales y económicas (4). Estos ecosistemas naturales contienen un sinnúmero de servicios ambientales, sin embargo, el más utilizado y amenazado es la conservación de la calidad del recurso agua (5).

Esta perspectiva nos conlleva a que las cuencas hidrográficas permiten establecer interrelaciones con la población circundante, los recursos naturales existentes, los aspectos sociales, económicos y culturales de las comunidades (6).

Con base al análisis realizado por la SENPLADES en el año 2014, se demuestra que las microcuenas localizadas en el cantón Penipe, han sido degradadas debido a los cambios que se han producido en el uso de suelo, dentro de las más afectadas está la del Río Blanco, que tiene varios tipos de bosque como son: Bosque Mosaico Agropecuario, Natural, Páramo y Bosque de Vegetación Arbustiva (2). Además, la cuenca en mención es afluente del río Pastaza, cumpliendo funciones ambientales, de desarrollo social y económico para los grupos humanos apostados en la misma, puesto que se encuentran actividades agrícolas (hortalizas), y ganaderas (bovinos y ovinos), incidiendo en la presencia de flora y fauna, así como en la dinámica de valles, lagunas, páramos y humedales. Estas actividades son consideradas de subsistencia, dificultando su erradicación.

Con el propósito de preservar una cuenca hídrica es de vital importancia llevar a cabo un estudio de su estado actual (línea base), esta herramienta que permite establecer un diagnóstico inicial, puede identificar con precisión las actividades humanas más incidentes, las cuales deben ser reguladas a fin de conservar la calidad del recurso hídrico, no solo para ejecutar actividades económicas y productivas, sino también para la supervivencia de los ecosistemas naturales presentes en la cuenca y sus grupos humanos asentados (7).

El presente trabajo de investigación se ha realizado con la finalidad de ejecutar un diagnóstico acerca del manejo de la microcuenca hídrica del Río Blanco, con el propósito de mejorar el uso de la misma, preservarla y evitar el deterioro, utilizada para el sustento de la población vulnerable del cantón Penipe como el de Guzo entre otras.

Existen varias investigaciones en las cuales se considera el componente flora y fauna de los páramos, sin embargo, el recurso hídrico no se ha incluido debidamente, a pesar que la gran parte de la población andina dependen directamente del agua que proviene de estas cuencas hídricas (5).

En el Ecuador, el uso del agua fue regulado desde 1973 (Ley de recursos hídricos), y actualizada en el 2014; el acceso a este recurso es mediante concesiones asignadas por la Autoridad Única del Agua (SENAGUA), quienes emiten permisos según la actividad (producción agrícola y ganade-

ra), excepto el uso doméstico (6).

Con estos antecedentes la presente investigación tiene por objeto abordar el levantamiento línea base de las unidades ambientales, para la elaboración del plan de manejo sustentable, permitiendo determinar los impactos ambientales más significativos de la microcuenca en cuestión.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó dentro de la zona alta de la microcuenca del “Río Blanco”, Parroquia Quimiag, cantón Penipe, provincia de Chimborazo. Se encuentra a una altitud que va desde los 3 107 hasta los 4 324 msnm, y tiene una superficie de 14 494,89 hectáreas; delimitada al norte por el cantón Penipe, al sur el Cantón Chambo, al Este el Parque Nacional Sangay (El altar) y al Oeste con la Asociación de la Comunidad Chiniloma. En las siguientes coordenadas: el punto inicial 782103E; 9819645N y el punto final 778044E; 981667N. Climáticamente está caracterizada por temperaturas que van desde los 7 a 13,5 °C, la humedad relativa se encuentra dentro del rango de 65 – 100 %. Generalmente en el páramo el clima predominante es frío de alta montaña.

2.1 Determinación del área de influencia directa.

En base a los impactos potenciales que afectan con mayor intensidad y de manera inmediata (proximidad espacial o temporal) a los diversos elementos ambientales que conforman la microcuenca. En el mapa (Fig. 1), se muestra la zona que afecta directamente a los elementos ambientales, el área se definió en un radio de alrededor de 300 metros circundantes lo cual corresponde a 1 814,75 ha.

2.2 Determinación del Área de Influencia indirecta

El área de influencia indirecta comprende una extensión de 500 metros circundantes a la Microcuenca del Río Blanco, la cual incluye un área de 3053,80 ha. Dicha delimitación se determinó mediante la observación de los sitios que se benefician del recurso hídrico, así como los elementos ambientales que podrían verse afectados con el paso del tiempo. El área abarca de igual forma las comunidades que utilizan el agua proveniente de la Microcuenca para actividades agrícolas (productivas).

2.3 Levantamiento de información ambiental.

Mediante la utilización de la Matriz de Leopold se registró la información obtenida en el trabajo de campo, dicha matriz se ajusta a las actividades antropogénicas que se realizan en el lugar de estudio y de igual forma a las condiciones y características actuales de la microcuenca.

Para el estudio de impacto de esta microcuenca se procedió a ubicar en el eje horizontal los elementos ambientales o aspectos como: tierra (erosión, contenido mineral, contenido de materia orgánica, microbiocenosis), agua (presencia de sólidos en el curso del agua, aumento de la turbiedad), atmósfera (emisión de polvo, emisión de gases), flora (pérdida de la vegetación mediante sensores remotos), fauna (evidencia de fauna silvestre), turismo (atractivo natural, perturbación de flora y fauna, y vías de acceso); y, en el eje vertical se colocaron las actividades que las comunidades desarrollan dentro de la microcuenca del Río Blanco, siendo estas: agricultura, ganadería,

pastoreo, pesca, generación de empleo, incidencia futura de turistas y habitantes de la zona en áreas protegidas, generación de residuos sólidos. Con la matriz en mención se pudo identificar, medir, interpretar y evaluar los impactos que presentó la microcuenca, técnica metodológica recomendada por el Ministerio del Ambiente de Colombia para la realización de estudios de impacto ambiental de cuencas hídricas, (1999). Además, en la determinación del área de influencia se usó información cartográfica del Instituto Geográfico Militar, Ministerio del Ambiente y MAGAP, mapas digitalizados en ArcGIS 10.4, complementados con los sistemas de información satelital geográfica que proporciona el LANDSAT-8, imágenes que sirvieron para calificar la dinámica de la cobertura vegetal.

Las características climáticas del sitio de estudio se obtuvieron mediante la utilización de una estación meteorológica portátil de marca Kestrel 3500 (Pocket Weather Meters), instrumento que mide diferentes parámetros atmosféricos. Para establecer las características hidrológicas y la calidad de agua, se tomaron cuatro muestras en cada punto de monitoreo que influyen directamente a la Microcuenca. Los puntos de referencia para la toma de muestra se encuentran desde los 4 324 msnm hasta los 3 107 msnm.

Con la finalidad de realizar la caracterización edáfica, cuatro muestras de suelo fueron tomadas de cada N puntos de monitoreo, ubicados a diferentes alturas en donde se localizan los diferentes ríos que tributan para la conformación de la microcuenca del Río Blanco, los puntos se encuentran a 4 324, 3 709, 3 533, y 3 107 msnm respectivamente.

Los parámetros analizados en cada muestra fueron: pH, Materia Orgánica, Nitratos, Fósforo, Potasio, los resultados se obtuvieron de los análisis realizados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

Se utilizó el método de la línea transecta para realizar un inventario de la flora, el mismo que expresa una medida del espacio ocupado por cada especie florística; mientras que para el sondeo de la fauna se efectuó un recorrido por toda el área ecológica y mediante observación directa con registro fotográfico se levantó la información con las especies más representativas.

4. Resultados y discusión

4.1 Caracterización climática.

En la determinación de las características climáticas se establecieron los siguientes resultados: en referencia a la velocidad del viento se obtuvo un promedio de 2.26 +/- una desviación estándar de 0.47 m/s, el rango encontrado se ubicó entre 1.81 y 2.91 m/s. La temperatura ambiental tuvo un valor medio de 7.98 +/- una desviación estándar de 0.16 °C, evidenciándose que a medida que la cota descende, la variable tiene un comportamiento inversamente proporcional, como podemos apreciar en el análisis de regresión (Fig.2) encontrándose una ecuación de $Y = 9.08 - 0.0003X$, en donde X representa la variable dependiente altitud (msnm) y Y representa la variable independiente temperatura (°C), con un coeficiente de determinación r^2 de 0.9404, lo que indicaría una alta relación entre la variable dependiente y la independiente. Para la determinación de precipitación se instaló en cada una de las cotas un pluviómetro, el mismo que arrojó los siguientes resultados: en tres meses de evaluación se apreció una precipitación media de 317.69 +/- una desviación estándar de 81.56 mm, observándose una mínima de 249.46 mm en Cocha Negra y

una máxima de 424 mm en Oregón (Fig. 3), lo que indicaría una distancia de 165,76 mm entre los rangos extremos. Características que son compatibles con este tipo de formación ecológica de páramo en el centro del País.

Caracterización hídrica.

Pudimos encontrar que en las cotas más altas (Filo Grande, 3.74 m³/s) el caudal fue menor; en comparación a las más bajas (Oregón, 22.21 m³/s), sin embargo, el caudal promedio fue de 11.87 +/- una desviación estándar de 8.73 m³/s; la tendencia fue inversamente proporcional, como podemos advertir en el análisis de regresión (Fig. 4), cuya ecuación fue $Y = 69.11 - 0.015X$, en donde la variable dependiente X corresponde a la altitud (msnm) y la independiente Y al caudal (m³/s) de la microcuenca, en donde existió una relación alta, puesto que el coeficiente de determinación, r² se ubicó en 0.8147. El indicador de calidad de agua (WQI), muestra que de cada de los puntos de monitoreo (Filo grande, Cocha negra, Puesta de Pichi y Oregón) presentan valores entre 86,31 como máximo y 84,55 como mínimo, lo cual expresa que la calidad de agua durante el trayecto de los puntos elegidos que alimentan a la microcuenca del Río Blanco se encuentran dentro del rango de calidad de agua Buena (70 – 89) según Mitchell y Stapp (1993) (8), éste índice (Fig. 5) expresa que la microcuenca tiene una biodiversidad acuática alta, pero sin embargo se deben aplicar medidas de conservación para que en un futuro próximo la composición de la misma no se degrade y pierda dicha biodiversidad y calidad.

Caracterización edáfica.

En resumen (Tabla 1), el recurso suelo presentó un pH ligeramente ácido (5.63), contiene una buena humedad (54,73 %), contenido de materia orgánica medio (4,88 %), el contenido nitrógeno expresado en NH₄, es relativamente bajo (14,65 mg/l), los niveles de fósforo fueron altos (56,65 mg/l) y, en relación al potasio su presencia fue baja (0,36 Meq/100 g); sin embargo, se podría calificar como un suelo apto para la agricultura, así como para la producción de praderas nativas, y sistemas agro silvopastoriles. A continuación, se muestran los resultados de las muestras de suelo.

Según Oñate (2010) (9), los suelos característicos del páramo central del Ecuador son ácidos, debido a la acumulación de materia orgánica, así como las emisiones constantes de polvo volcánico que inclusive su capa arable puede llegar hasta 1 metro de profundidad, sin embargo, este parámetro depende mucho tanto de la presencia de materia orgánica, como de la clase textural y de la humedad retenida o capacidad de campo, con el valor de pH encontrado estos suelos se ubican con categoría de recuperable (Tabla 2).

La humedad del suelo tiene una relación directa sobre la clase textural, en nuestro caso son suelos negro andinos de textura franco limosa, por lo tanto, tienen una buena capacidad para retener humedad, acompañado de las constantes precipitaciones. En función de estas características, podemos indicar que un suelo tiene buena conservación, cuando su humedad se ubica entre 50 a 60 %, además suelos considerados aún recuperables mantienen su humedad entre 35 a 49 % y 61 a 90 %, e irrecuperables menor a 35 % (muerte de la biota, se limita la acción de la biocenosis, y no existe ciclaje de nutrientes), esto se refiere a un suelo seco. En cambio, el límite permisible para la frontera de la no recuperación por exceso de humedad, en suelo andisol, es de mayor a 90 %, lo que provoca que baje considerablemente la población de la biocenosis y se limite el proceso biológico (crecimiento de población de microorganismos).

El contenido de materia orgánica en los suelos es un indicador de su fertilidad, es preciso indicar que suelos conservados pueden tener aproximadamente un rango de 4 a 6% de materia orgánica, suelos recuperables por su parte se ubican dentro de 2 a 3.9 %, y de 6 al 30 %. En cuanto a los suelos categorizados como irrecuperables con aquellos que tienen menos al 1 % de materia orgánica, puesto que la biocenosis es limitada, generalmente son suelos secos y arenosos, y no permiten la formación del coloide, con altas tasas de infiltración y para poderlos utilizar se requiere de obras de infraestructura y alta inversión. Por otra parte, suelos que tienen un contenido mayor al 30 % de materia orgánica por lo general se vuelven recalitrantes, impidiendo la disponibilidad mineral y evidentemente baja la absorción de los mismos por parte de los vegetales; al categorizar en función de los resultados obtenidos de materia orgánica, los suelos se encuentran como conservados (Tabla 2).

El nitrógeno es un componente altamente volátil, por lo tanto, de máxima dinámica en el suelo, suelos conservados pueden mantener hasta un 30 ppm de nitrato, suelos que pueden recuperarse naturalmente pueden presentar de un 31 a 60 ppm, en cambio suelos que no tienen a disposición este elemento, debido a la alta volatilidad (forman parte de la atmósfera con relativa facilidad), son aquellos que tienen un contenido sobre 60 ppm de NH_4 .

El fósforo es un elemento problema en la dinámica edáfica, puesto que su acumulación genera inmovilidad, haciendo que el elemento pierda su absorción vegetal; en estas condiciones pudiéramos indicar que un suelo conservado puede mantener un rango de 16 a 30 ppm, un suelo recuperable hasta 16 ppm. Mientras que se produce inmovilización del fósforo sobre los 30 ppm. Nuestra visión técnica indicaría que, puesto que estos suelos no son dedicados mayormente a faenas agrícolas, no hay evidencia de síntomas de intoxicación por fósforo, de hecho, se intuye que las especies endémicas vegetales se han adaptado a esta particularidad y su dinámica biológica es normal.

Un suelo en estado de conservación puede mantener una composición de potasio entre 0.5 a 0.6 ppm, además si analizamos la capacidad de recuperación natural de los andisoles, estos suelos suelen recuperarse con contenidos menores a 0.5 ppm, y los suelos que son irrecuperables presentan cantidades superiores a 2 ppm.

La categorización realizada en base a los parámetros analizados se la determinó considerando la dinámica natural del ecosistema de la microcuenca del Río Blanco, la cual por sí sola puede ser recuperable, irrecuperable o conservada. Sin embargo, si existiera la actividad antrópica estos suelos podrían transformarse en recuperables completamente.

Inventario biocenótico

La vegetación representativa es un pajonal qwiña y bosque montano andino (yagual, lupino, chilca, quishuar, piquil, entre otros), con predominio de stipa ichu o paja de páramo (9,91 %), carex sp. o cortadera (9,61 %) y el mortiño (9,02 %); la cobertura total vegetativa fue 77,30 %, el 22,70 restante correspondió a materia orgánica (4,86 %) y el suelo desnudo (17,84 %). En referencia la fauna se evidenció aves como la tórtola, torcaza, pato de páramo; y en mamíferos el lobo de páramo, conejo de monte, zarihueya andina, sachá cuy y venado de páramo.

Impactos identificados

Los impactos de mayor calificación fueron los positivos (103), demostrando que la afectación de la microcuenca del Río Blanco no es directa, situándose como protegida; entre los principales se anotaron: pastoreo, futura incidencia turística y pesca.

Plan de manejo

El principal problema evidenciado durante el tiempo de estudio fue la ausencia de concientización en la protección y conservación en la microcuenca del Río Blanco, debido a esto se considera necesario proporcionarle a la zona de estudio un valor agregado a fin de mantener un uso sustentable de los recursos, para que las futuras generaciones puedan gozar de los mismos privilegios con los que cuentan las generaciones presentes, y no se comprometan sus recursos.

Programa N°1: Manejo y Conservación de Recursos Naturales

Aspecto ambiental: Agricultura, Ganadería, Pastoreo, Pesca y Turismo.

Objetivo: Mantener la protección al área de influencia directa de la Microcuenca del Río Blanco, mediante la colaboración y el apoyo de la población beneficiaria, para con la preservación de la calidad del recurso hídrico y garantizar la disponibilidad permanente del mismo.

Meta: Ejecutar actividades para la conservación de los recursos naturales de la Microcuenca del Río Blanco, para mantener la permanencia de los servicios ambientales que ofrece el recurso hídrico, protegiendo de igual forma la existencia de especies de flora y fauna propias del sitio.

Actividades:

Las visitas al área circundante la de Microcuenca se realizarán mensualmente, considerando a los representantes de las comunidades beneficiadas por el recurso Hídricos, es decir 13 representantes de las comunidades de Susutul, Gabiñay, Tarau, Torcasa, Balabug, Candelaria, La Loma, Chañag San Francisco, Chañag San Miguel, Releche, Verde Pamba y Santiago de Sali, quienes serán acompañados por los técnicos del Departamento de Gestión Ambiental del Municipio de Penipe, a fin de mostrar a los representantes el estado conservado en el que se encuentra la Microcuenca y concientizarlos para que sus actividades de desarrollo en un futuro no afecten al recurso hídrico.

Semestralmente los técnicos ambientales del Municipio deberán monitorear el estado del crecimiento y abundancia del bosque nativo, para poder mantener las barreras vivas que se encuentran en la Microcuenca, y poder llevar un índice de crecimiento de flora a lo largo del tiempo.

Se colocará señalización en los senderos ya establecidos para el tránsito de animales, pobladores y posibles turistas, a los senderos ya presentes el Municipio estará encargado de dar mantenimiento a fin de evitar la necesidad de crear nuevos caminos de acceso que afecten al área de la Microcuenca, dichos senderos deberán prevenir un tránsito de 20 personas al mes entre pobladores y turistas.

Todas estas actividades serán ejecutadas dentro del área de la Microcuenca del Río Blanco lo que concierne a trabajo de campo, y en la sala de capacitaciones del Municipio lo relacionado a actividades de concientización en la conservación de Microcuencas.

Medio de verificación: Medición in situ, reconocimiento fotográfico, hojas técnicas de recopilación de datos meteorológicos, datos estadísticos de cobertura vegetal de barreras vivas.

Indicadores:

Nombre del Indicador: Conservación de la Microcuenca

Descripción: Relación entre la cantidad de bosque nativo presente al momento y la cantidad al cabo de un año

Objetivo del Indicador: Controlar la cobertura vegetal de la Microcuenca del Río Blanco

Fórmula de Cálculo

(Especies de Bosque Nativo en el presente)/(Especies de Bosque Nativo al cabo de un año) x 100

Unidad de Medición: Porcentaje

Meta Prevista: 70%

Programa N°2: Capacitación y concientización.

Aspecto ambiental: Educación Ambiental.

Objetivo: Capacitar y educar a los pobladores de la zona de la Microcuenca del Río Blanco mediante la ejecución de un Plan de Educación Ambiental.

Meta: Ayudar al uso racional de los recursos naturales presentes en la Microcuenca, con la aplicación de un programa de Educación Ambiental a las Autoridades Municipales y pobladores de la zona, para crear una conciencia ambiental que permite mantener una armonía entre la convivencia de la población y el ambiente.

Actividades:

El cronograma de capacitaciones se elaborará posterior a una reunión mantenida con entre las Autoridades Municipales y los Representantes Comuneros en donde se expone la importancia y necesidad de llevarse a cabo las capacitaciones en temas específicos de Manejo Sustentable del Recurso Hídrico, Protección, Conservación y Manejo de las Microcuencas y sus recursos naturales, y La NO ejecución de actividades de pesca dentro de fuentes de agua natural. Dicho cronograma se ejecutará de acuerdo a la disponibilidad de tiempo expuesto por los Representantes Comuneros y las Autoridades Municipales, como se lo realizará únicamente dos veces al año para la población, no interferirá con sus actividades cotidianas, a fin de que su asistencia sea representativa.

Los temas que se impartirán en las capacitaciones serán: Disminución de la fauna acuática por ejecución de pesca en zonas protegidas, alteración al medio hídrico por introducción de nuevas especies de peces, con el objetivo de mostrar a los pobladores beneficiados las consecuencias que podría traer la pesca excesiva en fuentes de agua natural. Las capacitaciones serán impartidas por técnicos expertos en los temas hacia las comunidades circundantes a la microcuenca, anteriormente expuestas.

Se entregarán módulos con apartados gráficos y de fácil comprensión, en los cuales tendrán que llenar actividades según el avance de los temas impartidos, para poder ir analizando el índice de comprensión y concientización que va alcanzando la población asistente a las capacitaciones. Las actividades serán dirigidas por los ponentes, quienes harán participar a los asistentes para una mejor didáctica de aprendizaje.

Las actividades de capacitación se las ejecutará en la sala de capacitaciones del Municipio de Penipe, estarán presentes representantes del Departamento de Gestión Ambiental, representantes del Alcalde y representantes de la población de las comunidades aledañas quienes se encargarán de reproducir lo aprendido con la demás población, aproximadamente se espera una audiencia de 80 personas. Se contarán con dos expositores en cada tema, para que la afluencia de personas pueda distribuirse uniformemente.

Medio de verificación: Cronograma de capacitación con las firmas de autorización de Representantes Comunales y Autoridades Municipales, evaluaciones de los talleres aplicativos, informe final del índice de calificaciones en las capacitaciones impartidas, para el análisis de la eficacia de las mismas.

Indicadores:

Nombre del Indicador: Capacitaciones a la población aledaña.

Descripción: Buscar medir el cumplimiento de las capacitaciones realizadas a la población aledaña.

Objetivo del Indicador: Controlar la cobertura vegetal de la Microcuenca del Río Blanco

Fórmula de Cálculo

$(N^{\circ} \text{ Capacitaciones ejecutadas}) / (N^{\circ} \text{ Capacitaciones Programadas}) \times 100$

Unidad de Medición: Porcentaje

Categoría del Indicador: Cumplimiento, Respuesta.

Meta Prevista: 100%

Programa N°3: Seguimiento Ambiental.

Aspecto ambiental: Participación de Autoridades en el manejo de la Microcuenca.

Objetivo: Iniciar con la participación colectiva de las Autoridades involucradas en el manejo de los recursos hídricos, para sumar recursos técnicos y económicos en la ejecución de los Planes de Manejo propuestos.

Meta: Organización y ejecución de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, a fin de promover la conservación y el uso sustentable de recurso hídrico, y fomentar la base para futuras investigaciones.

Actividades:

Para consolidar alianzas entre Autoridades tanto directamente relacionadas con la gestión de la Microcuenca del Río Blanco como las Autoridades indirectamente relacionadas, se realizará reuniones en donde se expondrá el estado actual de la Microcuenca y la necesidad de mantenerla conservada como se encuentra en la actualidad, a fin de que el recurso hídrico de la zona no pierda su calidad y capacidad de mantener una biota dinámicamente buena.

Se solicitará apoyo técnico y económico para llevarse a cabo las actividades arriba expuestas, con el objetivo de no interrumpir su ejecución por falta de recursos tangibles.

Los monitoreos de calidad de agua y suelo se ejecutarán una vez por año, a fin de constatar el cumplimiento de la legislación Ambiental Vigente, y la permanente conservación de la Microcuenca del Río Blanco con el paso del tiempo.

Para mantener activa la participación de las Autoridades Ambientales, se realizarán reuniones de trabajo una vez por año, con el objetivo de mostrar los resultados de los índices de calidad de agua, suelo y biodiversidad analizados en el área de estudio. Para poder determinar si el estado conservado se mantiene o es necesario la inclusión de nuevas medidas de mitigación para contrarrestar posible impactos futuros.

Medio de verificación: Firmas de acuerdos con Autoridades Ambientales, matriz de actualización de normativa publicada, información actualizada de la biodiversidad y calidad de agua y suelo de la microcuenca, seguimiento a las actividades de conservación de la microcuenca del Río Blanco (Matriz de Cumplimiento).

Indicadores:

Nombre del Indicador: Control de la calidad de agua.

Descripción: Porcentaje de índice de calidad de agua del 2017 e índice de calidad de agua del 2018.

Objetivo del Indicador: Controlar la calidad de agua de la Microcuenca del Río Blanco.

Fórmula de Cálculo

$(\text{Índice de Calidad de 2017}) / (\text{Índice de Calidad del 2018}) \times 100$

Unidad de Medición: Porcentaje

Meta Prevista: 80%

Conclusiones

Se realizó el levantamiento Línea Base de las unidades ambientales que conformaron la microcuenca del Río Blanco, dentro de las cuales tenemos que las especies de vegetación representativa son paja, cojín y mortiño, el bosque nativo predominante es el yagual (llamado árbol de papel), la fauna silvestre presente en la zona es conejo de monte, ganado bovino, lobo de páramo y sachá cuy entre los principales. Dentro de las características ambientales se evaluaron precipitación, velocidad del viento y temperatura, las características hídricas contaron con medición de caudal y análisis de calidad de agua, resultado que expresaron que el agua que se encuentra en la microcuenca del Río Blanco es de buena calidad y es apta para utilizarla y consumirla. En cuanto al análisis del suelo se determinó que es un suelo apto para desarrollar actividades productivas.

Mediante la aplicación de la matriz de Causa-Efecto se identificaron los impactos más significativos que afectan al área directa de la microcuenca, debido a que la microcuenca del Río Blanco se encuentra en una zona protegida, las actividades antropogénicas desarrolladas en la zona no afectan directamente y en gran magnitud al recurso hídrico, por lo tanto la incidencia no es catastrófica y se cuenta con un estado bueno de la microcuenca, resultados avalados por los análisis obtenidos de calidad de agua.

Con la Matriz de Leopold se estableció que las actividades de conservación y de manejo de la microcuenca prioritarias a ejecutarse son: disminución del pastoreo, conservación de flora y fauna propias del lugar, capacitación en el manejo, conservación y uso sustentable del recurso hídrico a las Autoridades Municipales, Parroquiales y pobladores de la zona.

Se diseñó el plan de manejo ambiental de acuerdo a las actividades que se ejecutan en la microcuenca del Río Blanco y al estado actual en el que se encuentra la misma, orientadas a mantener y mejorar la conservación del estado y disponibilidad de los recursos naturales que la conforman, en los sub planes se establecen objetivos, metas, indicadores de cumplimiento y responsables de la ejecución del mismo.

Agradecimientos

Especiales reconocimientos al Instituto de Investigaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y el GAD Municipal de Riobamba por el aporte científico de la IV Semana de Ciencia Tecnología Emprendimiento e Innovación 2017, y la oportunidad de poder aportar con la producción científica respectiva.

Referencias bibliográficas

- Crespo P, Célleri R, Buytaert W, Ochoa B, Cárdenas I, Íñiguez V, Borja P, De Bièvre B. 2014. Impactos del cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos. 290-291.
- GAD Municipal Penipe. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Penipe. 2014.
- Moscoso M. Implementación de un programa de desarrollo sustentable para los agroecosistemas de la población vulnerable de El Guzo, cantón Penipe. ESPOCH; 2015.
- Dourojeanni A, Jouravlev A, Chávez G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. CEPAL, Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Suppl 47: 5-6.
- Cely A. 2013. Use Of Hydrological Models To Define Watershed On Paramo Ecosystems. Revista

Ambiental. 2: 57-58.

Arias V, Terneus E. 2012. Análisis Legal e institucional de los caudales ecológicos/ambientales en el Ecuador. Consultoria para UICN-Senagua. Inédito.

Gippel Ch. 2006. Environmental Flows: Managing Hydrological Environments. Encyclopedia of Hydrological Sciences.

Mitchell, M, Stapp W. 1993. Field Manual for Water Quality Monitoring an Enviromental Education Program for School. Michigan-USA.

Oñate M. 2010. Apuntes sobre la cátedra de suelo. ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales.

Echavarría. (2002). Impact assessment of watershed enviromental services: emerging lessons from Pimampiro and Cuenca in Ecuador. Quito: EcoDecisión, IIED.

TABLAS Y FIGURAS

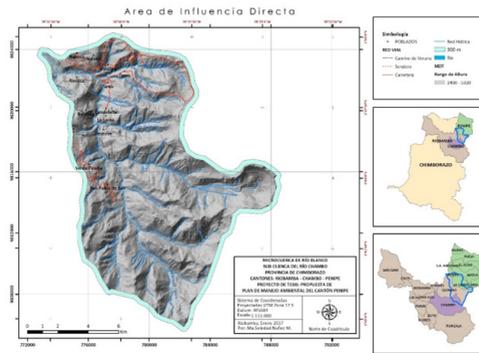


Fig 1. Mapa del Área de Influencia Directa.

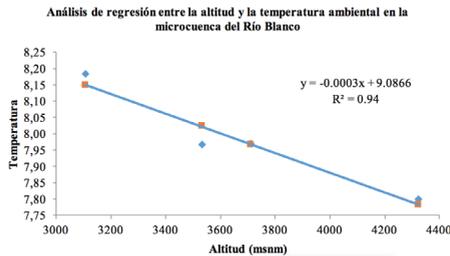


Fig 2. Regresión de la Temperatura



Fig 3. Precipitación en los puntos de Monitoreo

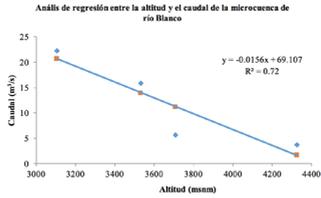


Fig 4. Regresión del Caudal

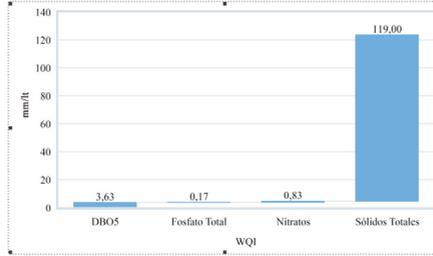


Fig 5. Indicadores de Calidad de Agua

Tabla 1. Parámetros analizados en el suelo

Puntos moni- reados	Altitud (msnm)	Parámetros					
		pH	Humedad (%)	M.O (%)	NH4 (mg/l)	P (mg/l)	K (Meq/100g)
Filo Grande	4324	5.4	58.9	5.7	13.7	53.8	0.39
Cocha Negra	3709	5.6	52.3	4.1	11.1	52.1	0.34
Puerta de Pichi	3533	5.7	53	4.9	18.5	64.8	0.36
Oregón	3107	5.8	54.7	4.8	15.3	55.9	0.34
Promedio Aritmético		5.63	54.73	4.88	14.65	56.65	0.36
+/- (Desviación estándar)		0.17	2.96	0.66	3.10	5.65	0.02

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH.

Tabla 2. Categorización de Suelos

CATEGORIZACIÓN	pH	Humedad (Biología del suelo) (%)	M.O (%)	NH4 (ppm)	P	K
CONSERVADA	6.5 – 7.5	50 – 60	4.0 – 6.0	30	16 – 30	0.5 – 0.6
RECUPERABLE	3 – 6.4	41 – 49 61 – 90	2 – 3.9 6 – 30	31 – 60	7.0 – 16.0	< 0.5
IRRECUPERABLE	> 8	< 40 ->90	< 1 -> 30	> 60	< 7 -> 30	> 2

CARACTERIZACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LAS ESTACIONES EN LOS ALTOS ANDES DE ECUADOR

(CHARACTERIZATION OF METEOROLOGICAL DATA OF THE STATIONS IN THE HIGH ANDES OF ECUADOR)

M. Tasambay-Salazar*1, M.J. OrtizBeviá2 y A.M. RuizdeElvira2.

(1) Escuela de Ingeniería en Sistemas, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Campus Politécnico, Panamericana sur km 1.5. EC060155. Riobamba-Ecuador.

(2) Dpto. de Física y Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá. Campus Universitario, carretera Madrid-Barcelona km 33,6. 28871 Alcalá de Henares. Madrid-España.

*Correspondencia. Tel.: (593) 0984911277, Fax: (03)2317-001, E-mail: mtasambay@esepoch.edu.ec (Miguel, Tasambay Salazar)

RESUMEN

La ubicación geográfica ecuatorial y la variada topografía de Ecuador tienen una influencia determinante en el establecimiento de los diversos climas regionales. Este trabajo se centró en la caracterización de los datos meteorológicos de temperatura y precipitación en la región interandina en particular de aquellas regiones que se encuentran a una altura sobre los 2500 msnm. A partir de los datos meteorológicos considerados, se determinaron por cada estación meteorológica seleccionada valores de media mensual, anomalía mensual y estacional de temperatura y precipitación en el periodo comprendido entre 1980 y 2014. Se encontraron valores de correlación significativas para las variables de estudio entre estaciones meteorológicas cercanas geográficamente. Por cada estación meteorológica, se estableció el climograma con los valores característicos de temperatura y precipitación acumulada, determinándose que los meses de menor precipitación son los de julio y agosto, mientras que los de mayor precipitación corresponden a los meses de marzo y abril en la mayoría de las estaciones. En cuanto a la temperatura, dicha variable presenta una dependencia de la altura geográfica de la estación.

Palabras clave: climatología, climogramas, meteorología, ciencias ambientales, Altos Andes.

ABSTRACT

The equatorial geographic location and the varied topography of Ecuador have a determining influence in the establishment of the diverse regional climates. This work focused on the characterization of the meteorological data of temperature and precipitation in the inter-Andean region in particular of those regions that are at a height above the 2500 msnm. Monthly mean, monthly and seasonal anomaly of temperature and precipitation were determined for each selected meteorological station in the period between 1980 and 2014. Significant correlation values were found for study variables between nearby meteorological stations. For each meteorological station, the climogram was established with the characteristic values of temperature and accumulated precipitation, determining that the months of least precipitation are those of July and August, whereas those of greater precipitation correspond to the months of March and April in the majority of the stations. As for temperature, this variable has a dependence on the geographic height of the station.

Key words: climatology, climograms, meteorology, environmental sciences, High Andes.

1. Introducción

El clima de Ecuador es influenciado por su posición ecuatorial, su variada topografía juega un rol determinante en el establecimiento de los diversos climas regionales [1]-[2]. En los países tropicales (localizados entre 30 N y 30 S) debido a que cuentan con una radiación solar diaria relativamente constante, no existe una estacionalidad marcada. En lugar de cambios estacionales, se pueden observar grandes cambios de temperatura en el ciclo diario, así, en regiones de gran altitud de Ecuador las diferencias en las temperaturas diurnas y nocturnas pueden superar los 20C.

Estudios relacionados al tema como los encontrados en las referencias [3]-[4]-[5] y el quinto informe Panel intergubernamental de cambio climático (IPCC) [7],[8], señalan que la variación regional de la temperatura puede ser resultado de influencias oceánicas tanto del lado del Pacífico como del lado del Atlántico. La región interandina tropical ha sido reconocida como una región de alta vulnerabilidad al cambio climático relacionado con los riesgos hidroclimáticos [8]. Se han establecido posibles vínculos entre la variabilidad climática de los Andes con modos de variabilidad climática de gran escala como El Niño-La Oscilación del Sur (ENSO) y otras señales de teleconexión [9]-[10]-[11]-[12]. También se ha determinado que estas señales globales pueden estar influenciadas por otras de regiones tropicales y extratropicales [13]-[14]-[15].

La precipitación en Ecuador, al igual que en otras naciones tropicales, suele ser más variante que la temperatura tanto regional como estacionalmente. Así, se registran pronunciadas diferencias regionales en la región interandina de gran altura. En particular, los Andes de Ecuador presentan una heterogeneidad extrema en la distribución espacial y temporal de precipitación [16].

Diversas investigaciones han determinado que la precipitación de la ladera oriental de la cordillera de los Andes es afectada por los vientos húmedos de este que viajan desde la cuenca amazónica y el Atlántico tropical, mientras que las laderas en el noroeste están influenciadas por la Zona de Convergencia Intertropical, que lleva la humedad del Pacífico oriental. Esta humedad es forzada hacia arriba por crecientes elevaciones creando de esta manera precipitación [17]-[18].

Por otra parte, las laderas del suroeste son influenciadas de sobre manera por la corriente de Humboldt, que transporta el aire del norte a lo largo de la costa occidental de Suramérica. Este aire fresco, es el responsable de mantener las laderas del suroeste especialmente seco (Excepto durante eventos de El Niño). Como resultado de esta diferencia de fuentes de precipitación, el lado este de los Andes tiene una precipitación anual (400-800 mm) que la ladera oeste (2000-2500 msnm) [19].

Con la finalidad de realizar un estudio de la variabilidad climática de la región interandina alta de Ecuador bajo condiciones de cambio climático [20], en particular en los páramos andinos, el presente trabajo constituye un punto de partida cuyo objetivo principal es realizar una caracterización climatológica de las variables de temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas ubicadas sobre los 2500 msnm en los Andes de Ecuador para el periodo comprendido entre 1980 y 2014, periodo del cual se dispone los datos de estudio en las estaciones meteorológicas consideradas.

En la siguiente sección se describen los datos utilizados y los métodos que fueron aplicados en la caracterización de los mismos, en la sección 3 se presentan los resultados obtenidos por cada estación meteorológica seleccionada para el estudio, realizando una breve discusión de los mismos.

Finalmente, en la sección 4 se sintetizan las principales conclusiones.

2. Area de estudio, Datos y Métodos

2.1. Area de estudio

El área de estudio considerada es el conocido callejón interandino de Ecuador cuyas estaciones meteorológicas se encuentran a una altura sobre los 2500 msnm desde la provincia fronteriza de Carchi en el norte hasta la provincia fronteriza de Loja en el Sur.

En la Fig.1, se muestra la distribución de las estaciones meteorológicas seleccionadas para el estudio a lo largo de los Altos Andes de Ecuador, las que van desde 1N hasta 4S y desde 77E hasta 80E. Cabe señalar, que estas estaciones meteorológicas se encuentran activas y que son administradas o coordinadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador.

2.2. Datos

Los datos meteorológicos de temperatura y precipitación han sido proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de Ecuador [21]. Estos fueron datos diarios de temperatura media obtenida como un promedio tres mediciones diarias (mediciones sinópticas) y datos diarios de precipitación con la respectiva precipitación mensual acumulada.

De un análisis preliminar de los datos, considerando la longitud de los registros históricos, así como, el porcentaje de las lagunas identificadas de las 38 estaciones meteorológicas existentes en el área de estudio solamente se han seleccionado 11 estaciones que cumplen con requisitos de calidad de datos y longitud de registro requerido para el periodo de estudio, esto es, desde enero de 1980 hasta diciembre de 2014, a excepción de la estación de código M0141 cuyo histórico inicia en 1982.

Las estaciones meteorológicas consideradas se ubican espacialmente en la región norte, centro norte, centro, y sur de acuerdo a la Fig.1 y cuya ubicación geográfica se detalla en la Tabla.1 en la que se indica su código (COD), nombre, coordenadas de latitud (LAT), coordenadas de longitud (LONG) y su altura sobre el nivel del mar (ALT) en m.

Tabla 1. Listado de las estaciones meteorológicas con su ubicación geográfica

COD	NOMBRE	LAT	LONG	ALT (m)
M0001	INGUINCHO	0.25	-78.40	3140
M0003	IZOBAMBA	-0.36	-78.55	3058
M0004	RUMIPAMBA	-1.02	-78.59	2685
M0024	IÑAQUITO	-0.18	-78.48	2789
M0031	CAÑAR	-2.55	-78.95	3083
M0103	SAN GABRIEL	0.60	-77.82	2860
M0105	OTAVALO	0.24	-78.25	2550
M0128	CEVALLOS	-1.35	-78.61	2910
M0133	GUASLAN	-1.72	-78.66	2850
M0141	EL LABRADO	-2.73	-79.07	3335
M0142	SARAGURO	-3.61	-79.23	2525

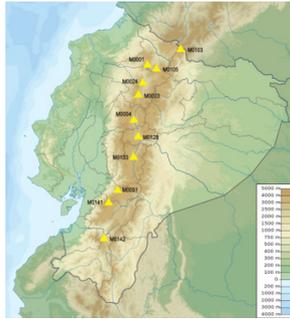


Fig.1. Ubicación de las estaciones meteorológicas sobre los 2500 msnm seleccionadas.

2.3. Métodos

Con los datos meteorológicos de temperatura y precipitación, se procedió a realizar una revisión de la calidad de los mismos, realizando un relleno de las lagunas identificadas mediante métodos de interpolación y de correlación lineal (coeficiente de Pearson) [22] entre las estaciones cercanas que cumplen con similares registros históricos.

Con los datos diarios de temperatura media se determinó temperaturas medias mensuales, de similar manera, con los datos diarios de precipitación se determinó la precipitación acumulada mensual en el periodo de estudio. Con esta información se procedió a elaborar los climogramas [23] por cada estación meteorológica en dichos gráficos se puede apreciar simultáneamente la temperatura media y los meses de mayor y menor precipitación.

Para apreciar las desviaciones respecto a los valores medios se determinaron las anomalías mensuales de temperatura y precipitación. También se determinaron anomalías estacionales de acuerdo a la distribución estacional, a la variación continental y a la influencia del Pacífico sobre la precipitación en los Andes [24].

Para lo anterior, se procedió a subdividir el año en estaciones de tres meses considerando: Diciembre-Enero-Febrero (DEF) usualmente el menor periodo seco; Marzo-Abril-Mayo (MAM) usualmente el principal periodo lluvioso; Junio-Julio-Agosto (JJA) usualmente el principal periodo seco y Septiembre-Octubre-Noviembre (SON) el usual menor periodo lluvioso [19.]

3. Resultados y Discusión

Por cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas se ha calculado las series temporales de las medias mensuales de temperatura y precipitación acumulada, anomalías mensuales y estacionales, así como sus climogramas característicos. A manera de ejemplo, solamente para la estación M0001, se muestran todas las gráficas de los cálculos realizados, mientras que para el resto de estaciones se presenta únicamente su climograma que indica la relación entre temperatura y precipitación de la región donde ese encuentra la estación en el periodo de estudio

Empezando desde la región del norte, para la estación de San Gabriel de código M0103, ubicada en la provincia de Carchi, cantón Montufar en la parroquia de San Gabriel a una altura de 2860 msnm, la Fig.2 muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo, abril y

noviembre, mientras que los más secos son los meses de agosto y septiembre. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 12.3. C y la precipitación media acumulada es de 1001 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 41 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en noviembre, con un promedio de 115 mm.

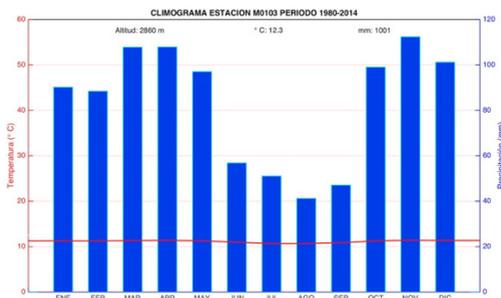


Fig. 2. Climograma de la estación San Gabriel (M0103) para el periodo 1980-2014.

Para la estación de Inguincho de código M0001, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo en la parroquia de San José de Quinchinche a una altura de 3140 msnm, la Fig.3 muestra las series temporales de temperatura media mensual (a) y las anomalías mensuales y estacionales de temperatura para el periodo de estudio (b) y (c) respectivamente. En (a) se ha representado adicionalmente una línea de tendencia, calculada por regresión lineal, de la serie temporal pintada en color verde, la misma que de los valores determinados no son estadísticamente significativos. En (b) se observan valores máximos y mínimos de anomalías mensuales de temperatura en ciertos años que podrían atribuirse a la acción de ciertos modos de variabilidad climática global como ENSO. En (c) se indican las series temporales para las anomalías estacionales de Diciembre-Enero-Febrero, DEF (INV), Marzo-Abril-Mayo, MAM (PRI), Junio-Julio-Agosto, JJA (VER) y Septiembre-Octubre-Noviembre, SON (OTO) pintadas con colores azul, verde rojo y negro respectivamente. Se aprecian valores de máximos de temperatura en las series temporales de invierno y primavera concordantes con los eventos de ENSO de los 1981-1982, 1996-1997 y 2009-2010.

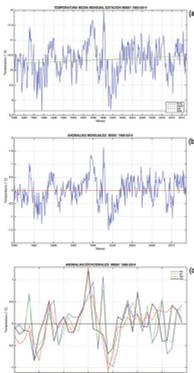


Fig. 3. Estación M0001. (a) serie temporal de temperatura media mensual, (b) anomalías mensuales y (c) anomalías estacionales.

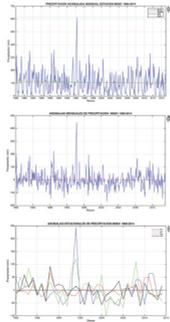


Fig. 4. Estación M0001. La precipitación media mensual acumulada se indica como: (a) serie temporal, (b) anomalías mensuales y (c) anomalías estacionales.

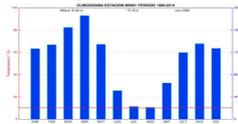


Fig. 5. Climograma de la estación Inguincho (M0001) para el periodo 1980-2014.

En la Fig.4, (a) se presentan las series temporales para precipitación acumulada mensual en el periodo de estudio, junto con su línea de tendencia, en (b) las anomalías mensuales y en (c) las anomalías estacionales. De las Fig.4 a, b y c, se observa un pico sobresaliente para la precipitación en el año 1994 tanto en la precipitación acumulada como en la de anomalías mensuales y estacionales. De la gráfica de anomalías estacionales se identifican mayores valores de anomalías en la estación definida como primavera mientras que en verano los menores valores.

La temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada para el periodo de estudio considerado se presenta en el climograma de la Fig.5. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo y abril, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 10.4 C y la precipitación media acumulada es de 1292 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 21 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 180 mm.

Para la estación de Otavalo de código M0105, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo en la parroquia de Otavalo a una altura de 2550 msnm, la Fig.6 muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo y abril, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 14.7 C y la precipitación media acumulada es de 881 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 18 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 130 mm.

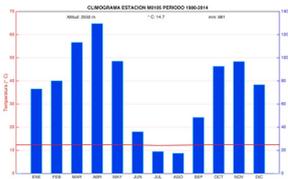


Fig. 6. Climograma de la estación Otavalo (M0105) para el periodo 1980-2014.

Para la región centro norte, la estación de Inaquito-INAMHI de código M0024, ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito en la parroquia de Quito a una altura de 2789 msnm, la Fig.7, muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo y abril, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 14.9 C y la precipitación media acumulada es de 1089 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es julio con 27 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 175 mm.



Fig. 7. Climograma de la estación Quito INAMHI (M0024) para el periodo 1980-2014.

Para la estación de Izobamba de código M0003, ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía en la parroquia de Cutuglhua a una altura de 3058 msnm, la Fig.8, muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo y abril, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 11.9 C y la precipitación media acumulada es de 1455 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es julio con 40 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 205 mm.

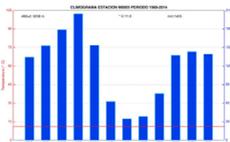


Fig. 8. Climograma de la estación Izobamba (M0003) para el periodo 1980-2014.

Para la estación de Rumipamba de código M0004, ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Cayambe en la parroquia de Olmedo a una altura de 2685 msnm, la Fig.9, muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de abril y noviembre, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 14.3 C y la precipitación media acumulada es de 547 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 18 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 72 mm. El mes más seco es agosto con 70 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 180 mm.

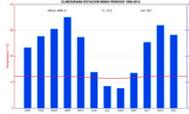


Fig. 9. Climograma de la estación Rumipamba (M0004) para el periodo 1980-2014.

Para la región centro sur, la estación de Pedro Fermín Cevallos de código M0128, ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos en la parroquia de Cevallos a una altura de 2910 msnm, la Fig.10 muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de abril y mayo, mientras que los más secos son los meses de agosto y septiembre. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 12.7 C y la precipitación media acumulada es de 530 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 35 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en mayo, con un promedio de 65 mm.

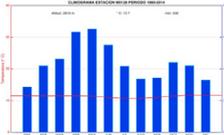


Fig. 10. Climograma de la estación Cevallos (M0128) para el periodo 1980-2014.

Para la estación de Guaslán de código M0133, ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en la parroquia de San Luis a una altura de 2850 msnm, la Fig.11 muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo y abril, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 14.4 C y la precipitación media acumulada es de 603 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 23 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 84 mm.

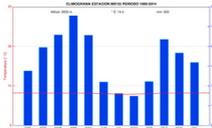


Fig. 11. Climograma de la estación Guaslán (M0133) para el periodo 1980-2014.

Para la estación de Cañar de código M0031, ubicada en la provincia de Cañar, cantón Cañar en la parroquia de Cañar a una altura de 3083 msnm, la Fig.12, muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de marzo y abril, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 11.6 C y la precipitación media acumulada es de 484 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 16 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 68 mm.

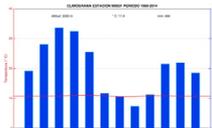


Fig. 12. Climograma de la estación Cañar (M0031) para el periodo 1980-2014.

Para la región sur, la estación de El Labrado de código M0141, ubicada en la provincia de Azuay, cantón Cuenca en la parroquia de Chinquidad a una altura de 3335 msnm, la Fig.13, muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de abril y mayo, mientras que los más secos son los meses de agosto y septiembre. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 8.8 C y la precipitación media acumulada es de 1229 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es septiembre con 62 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en mayo, con un promedio de 148 mm.

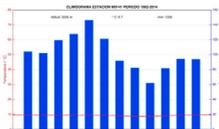


Fig. 13. Climograma de la estación El Labrado (M0141) para el periodo 1982-2014.

Para la estación de Saraguro de código M0142, ubicada en la provincia de Loja, cantón Saraguro en la parroquia de Saraguro a una altura de 2525 msnm, la Fig.14, muestra la temperatura media por mes junto con su precipitación acumulada. En esta figura se puede apreciar que los meses de mayor precipitación son los meses de febrero y marzo, mientras que los más secos son los meses de julio y agosto. También se muestra la temperatura media cuyo valor es de 14.5 °C y la precipitación media acumulada es de 782 mm para el periodo de estudio. El mes más seco es agosto con 22 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 138 mm.

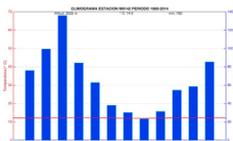


Fig. 14. Climograma de la estación Saraguro (M0142) para el periodo 1980-2014.

A partir de los cálculos realizados e información representada en los climogramas, la estación que registra la mayor temperatura media en el periodo de estudio es la M0024 (14.9 C), hecho que puede ser atribuible a su ubicación geográfica ya que se encuentra prácticamente en el centro de la ciudad Quito, donde el componente antropogénico toma singular importancia. Por otra parte, la menor temperatura media se registra en la estación M0141 (8.7 C) ubicada en la provincia del Azuay, posiblemente debido a su gran altitud 3335 msnm.

En cuanto a la precipitación de los climogramas realizados se evidencia que, la estación que registra la mayor precipitación acumulada en el periodo de estudio es la M0003 (1455 mm) ubicada en la provincia de Pichincha, mientras que de menor valor es la M0031 (484 mm) ubicada en la provincia de Cañar.

El establecimiento de las relaciones entre las estaciones meteorológicas ubicadas en una región próxima para las variables de estudio se lo realizó estadísticamente a través del cálculo de las correlaciones entre ellas. En la Fig.15, se indica las correlaciones entre las variables de temperatura y precipitación para el periodo de estudio de las estaciones del norte M0001, M0103 y M0105. Se destacan correlaciones entre estaciones de 0.69 para temperaturas, mientras que para las precipitaciones de 0.81.

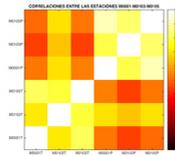


Fig. 15. Correlaciones de temperatura y precipitación de las estaciones M0001, M0103 y M0105 periodo 1980-2014, la T indica que son datos de temperatura mientras que P señala que se trata de datos de precipitación.

Las correlaciones entre las variables de temperatura y precipitación para el periodo de estudio de las estaciones del centro norte M0003, M0004 y M0024, se indican en la Fig.16. Se destacan correlaciones entre estaciones de 0.86 para temperaturas, mientras que para las precipitaciones de 0.83.

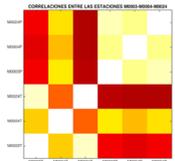


Fig. 16. Correlaciones de temperatura y precipitación de las estaciones M0003, M0004 y M0024 periodo 1980-2014, la T indica que son datos de temperatura mientras que P señala que se trata de datos de precipitación.

En la Fig. 17, se indica las correlaciones entre las variables de temperatura y precipitación para el periodo de estudio de las estaciones del centro M0128 y M0133. Se destacan correlaciones entre estaciones de 0.73 para temperaturas, mientras que para las precipitaciones de 0.45.

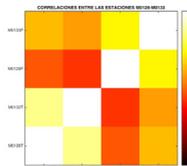


Fig. 17. Correlaciones de temperatura y precipitación de las estaciones M0128 y M0133 periodo 1980-2014, la T indica que son datos de temperatura mientras que P señala que se trata de datos de precipitación.

Finalmente, las correlaciones entre las variables de temperatura y precipitación para el periodo de estudio de las estaciones del sur M0031, M0141 y M0142, se indican en la Fig.18. Se destacan correlaciones entre estaciones de 0.57 para temperaturas, mientras que para las precipitaciones de 0.65.

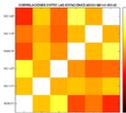


Fig. 18. Correlaciones de temperatura y precipitación de las estaciones M0031, M0141 y M0142 periodo 1982-2014, la T indica que son datos de temperatura mientras que P señala que se trata de datos de precipitación.

4. Conclusiones

La caracterización efectuada de los datos de temperatura y precipitación realizada permite señalar que no existen tendencias marcadas en el comportamiento de las series temporales de temperatura y precipitación, si bien se presentan algunos rasgos de ciclos anuales, será recomendable

realizar un análisis más exhaustivo en su determinación, también será interesante estudiar sus posibles relaciones con señales globales como ENSO, ya que se puede observar a priori ciertos valores máximos y mínimos de temperatura de ciertas anomalías estacionales que coincidirían con los eventos extremos de ENSO y de otras señales.

Se constata de los climogramas elaborados por cada estación meteorológica, que en la mayoría de las estaciones seleccionadas el periodo seco corresponde a la estación de verano esto es en los meses de julio y agosto, mientras que el periodo lluvioso a los meses de marzo y abril.

La temperatura media del lugar donde se encuentran ubicadas las estaciones muestra una dependencia de la de la altura geográfica, de esta manera, aquellas estaciones meteorológicas que se encuentran a mayor altura sobre el nivel de mar registran temperaturas en promedio más bajas que otras de menor altura.

A partir de las matrices de correlaciones de temperatura y precipitación determinadas, cuyos valores característicos han sido representados con colores, se desprende que existen ciertos valores de correlaciones significativos entre ciertas estaciones cercanas, pero no se establece entre todas a pesar de estar en una región próxima. Esto puede ser atribuible a un típico comportamiento del clima de los Altos Andes, en el que existe una variedad de climas en cortas regiones espaciales. Es recomendable continuar con el análisis del comportamiento de las variables consideradas y la inclusión de otras como temperatura de la media y alta tropósfera, vientos en superficie entre otras, a fin de relacionarlos con otros agentes externos como aquellos provenientes de la atmósfera o del océano a través de las señales globales. También considerar la posibilidad de incrementar la información concerniente a las variables de estudio desde de otras estaciones meteorológicas próximas cuyos registros están incompletos para consolidar los resultados encontrados.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador (INAMHI) por el suministro de los datos meteorológicos de temperatura y precipitación requeridos para este estudio. Miguel Tasambay-Salazar agradece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por el apoyo brindado, así como, a la Universidad de Alcalá por la beca de movilidad otorgada para la estancia de investigación realizada en el Grupo de Investigación de Física del Clima.

Referencias

- [1] J.-P. Frahm and S. R. Gradstein, "An Altitudinal Zonation of Tropical Rain Forests Using Bryophytes," *J. Biogeogr.*, vol. 18, no. 6, p. 669, Nov. 1991.
- [2] A. Jarvis and M. Mulligan, "The climate of cloud forests," *Hydrol. Process.*, vol. 25, no. 3, pp. 327–343, Jan. 2011.
- [3] W. Buytaert, R. Céleri, B. De Bièvre, F. Cisneros, G. Wyseure, J. Deckers, and R. Hofstede, "Human impact on the hydrology of the Andean páramos," *Earth-Science Rev.*, vol. 79, no. 1, pp. 53–72, 2006.
- [4] R. Garreaud and P. Aceituno, "Atmospheric circulation over South America: mean features and variability," *Phys. Geogr. South Am.*, 2007.
- [5] P. Lagos, Y. Silva, E. Nickl, and K. Mosquera, "El Niño - related precipitation variability in Peru," *Adv. Geosci.*, vol. 14, no. 3, pp. 231–237, 2008.
- [6] T. Stocker, *Climate change 2013 : the physical science basis : Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- [7] "IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change." [Online]. Available: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml.

- [8] C. B. Field and Intergovernmental Panel on Climate Change., Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation : special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012.
- [9] E. Morán-Tejeda, J. Bazo, J. I. López-Moreno, E. Aguilar, C. Azorín-Molina, A. Sanchez-Lorenzo, R. Martínez, J. J. Nieto, R. Mejía, N. Martín-Hernández, and S. M. Vicente-Serrano, “Climate trends and variability in Ecuador (1966-2011),” *Int. J. Climatol.*, vol. 36, no. 11, pp. 3839–3855, Sep. 2016.
- [10] G. Poveda, P. R. Waylen, and R. S. Pulwarty, “Annual and inter-annual variability of the present climate in northern South America and southern Mesoamerica,” *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, vol. 234, no. 1, pp. 3–27, 2006.
- [11] L. M. V. Carvalho, C. Jones, B. Liebmann, L. M. V. Carvalho, C. Jones, and B. Liebmann, “The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intra-seasonal to Interannual Activity and Extreme Rainfall,” *J. Clim.*, vol. 17, no. 1, pp. 88–108, Jan. 2004.
- [12] M. Tasambay-Salazar and M. OrtizBeviá, “Comparación de las teleconexiones entre ENSO y el Pacífico extratropical simuladas con campos de datos de distinta resolución espacial” la Univ. Alcalá Ciencia, 2016.
- [13] R. Rollenbeck and J. Bendix, “Rainfall distribution in the Andes of southern Ecuador derived from blending weather radar data and meteorological field observations,” *Atmos. Res.*, vol. 99, no. 2, pp. 277–289, 2011.
- [14] P. Terray, “Southern Hemisphere extra-tropical forcing: A new paradigm for El Niño-Southern Oscillation,” *Clim. Dyn.*, vol. 36, no. 11–12, pp. 2171–2199, 2011.
- [15] N. S. Keenlyside, H. Ding, and M. Latif, “Potential of equatorial Atlantic variability to enhance El Niño prediction,” *Geophys. Res. Lett.*, vol. 40, no. 10, pp. 2278–2283, 2013.
- [16] M. Tasambay-Salazar and M. OrtizBeviá, “Tropical and Extratropical predictions of the summer and autumn Niño3.4 Index: a comparison,” *Adv.*, 2016.
- [17] S. M. Vicente-Serrano, E. Aguilar, R. Martínez, N. Martín-Hernández, C. Azorin-Molina, A. Sanchez-Lorenzo, A. El Kenawy, M. Tomás-Burguera, E. Moran-Tejeda, J. I. López-Moreno, J. Revuelto, S. Beguería, J. J. Nieto, A. Drumond, L. Gimeno, and R. Nieto, “The complex influence of ENSO on droughts in Ecuador,” *Clim. Dyn.*, vol. 48, no. 1–2, pp. 405–427, Jan. 2017.
- [18] M. Vuille, R. S. Bradley, and F. Keimig, “Interannual climate variability in the Central Andes and its relation to tropical Pacific and Atlantic forcing,” *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 105, no. D10, pp. 12447–12460, May 2000.
- [19] M. Vuille, R. S. Bradley, F. Keimig, M. Vuille, R. S. Bradley, and F. Keimig, “Climate Variability in the Andes of Ecuador and Its Relation to Tropical Pacific and Atlantic Sea Surface Temperature Anomalies,” *J. Clim.*, vol. 13, no. 14, pp. 2520–2535, Jul. 2000.
- [20] T. Barker, “Climate Change 2007 : An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change,” *Change*, vol. 446, no. November, pp. 12–17, 2007.
- [21] “Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.” [Online]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>.
- [22] D. S. Wilks, *Statistical methods in the atmospheric sciences*. Academic Press, 2011.
- [23] C. Fisk, “Month” climograms as a planning, decision-aid, and educational tool in the visualization, summarization, and interpretation ” 2010.
- [24] B. Yarnal, *Synoptic climatology in environmental analysis : a primer*. Belhaven Press, 1993.

CARACTERIZACIÓN DE FUNCIONES EMPLEANDO TAKAGI SUGENO KANG DE ORDEN 2 APLICADA A LA REPRODUCCIÓN DEL COMPLEJO PQRST CARDÍACO

(CHARACTERIZATION OF FUNCTIONS BY USING TAKAGI SUGENO KANG OF SECOND ORDER IN THE REPRODUCTION OF THE CARDIAC PQRST COMPLEX)

J. Rodríguez (1)*, M. Zavala (1), J. Ribadeneira (1), P. Valle (2)

Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Escuela de Mantenimiento. Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

*Correspondencia. Tel.: 098 32 60 734, E-mail: JRF1971.2004@GMAIL.COM (J. Rodríguez)

RESUMEN

Con fines de predicción, para muchos casos de interés, suele emplearse la caracterización de funciones. La caracterización de funciones, en el mejor de los casos, puede lograrse aplicando LSE a funciones polinomiales, no obstante, es bien sabido que no es aplicable para todos los casos, es por ello que en este artículo se plantea una variante de la inteligencia artificial basada en la caracterización borrosa de patrones, inicializada con interpoladores de Lagrange, y entrenadas con un sistema neuroadaptativo empleando para ello la minimización de una función de costo, basada en el valor absoluto entre las muestras y su predicción, aplicada a la caracterización normalizada del complejo PQRST Cardíaco.

Palabras clave: Caracterización de funciones, Sistema borroso, función de costo, señal cardíaca, sistema neuroadaptativo, Interpolador de Lagrange.

ABSTRACT

The characterization of functions is used in many cases of interest with the aim of predicting. Which can in the best cases be achieved by applying the LSE to polynomial functions, nevertheless it is well-know that it does not apply for all cases, for this reason this article is intended to state a variant of artificial intelligence based on the fuzzy characterization of patterns, which was initiated with interpolators of Lagrange and trained with a neuro-adaptive system, by employing the minimization of a cost function based on the absolute value between samples and their prediction that was applied to the normalized characterization of the cardiac PQRST complex.

Key words: Characterization of Functions, Fuzzy System, Cost Function, Cardiac Signs, Neuro-adaptive System, Interpolator of Lagrange.

Introducción

Willen Eithoven, notable médico aficionado a la electricidad y reconocido investigador de profesión, publicó por primera vez, en 1901, sus experiencias con el galvanómetro de cuerda y su utilidad para el registro de biopotenciales cardíacos, lo cual lo llevó a un estudio minucioso que le permitió describir con detalle las aplicaciones clínicas. Gracias a sus estudios, la curva del biopotencial eléctrico del corazón, fue bautizada por el mismo Eithoven, como complejo P Q R S T, en alusión a las diferentes deflexiones del biopotencial eléctrico de la señal del corazón (1).

Es el interés de la reproducción del complejo cardíaco PQRST, la que conlleva a la aplicación

de técnicas de predicción con bases matemáticas, sustentada en la inteligencia artificial neuro-borrosa, con una ley obtenida partiendo de una justificación con bases en una estadística, cuya naturaleza global se considere imparcial o no prejuiciada; razón por la cual su instrumentación, como un indicador o función de costo, en el proceso de optimización que garantiza la pertinencia de dicha ley, y permita su aplicabilidad sobre una señal cardíaca normalizada.

Es claro, que estrategias basadas en análisis de regresión, como por ejemplo regresión lineal, aplicadas a funciones polinomiales, emplean como indicador estadístico o función de costo expresiones matemáticas, cuyo factibilidad analítica conllevan a expresiones matemáticas cerradas; sin embargo casos como el planteado por Xiloyannis et al. (2) plantean lo poco pertinente para cuando se desconoce un modelo matemático del sistema o simplemente para cuando las no linealidades presentes en éste, al igual que las incertidumbres, no permiten otra opción que incorporar métodos computacionales capaces de procesar funciones de costo no lineales que operan sobre sistemas con éstas características de no linealidad o incertidumbre.

La teoría de error para el tratamiento de datos, tomando en consideración intervalos, ha permitido extender la aplicabilidad de los métodos de regresión de manera satisfactoria, tal como lo demuestran Jun-peng et al. (3) en sus investigaciones del caso; adicionalmente el tema de la información incierta o vaga, al igual que las indeterminaciones numéricas presentada por la data, pueden ser soslayadas mediante la aplicación de técnicas inteligentes tal como la aplicación de la inferencia borrosa, en la cual el universo del discurso, asociado a cada una de las variables lingüística, puede ser planteado en intervalos aritméticos con características probables, tal que permita blindar las funciones de pertenencia, asociada al intervalo en cuestión, como plantean Changping et al (4) en su artículo titulado: “Modelo difuso TS extendido basado en la aritmética de intervalos y su aplicación al análisis de regresión no lineal por intervalos”, al igual que Araujo et al (5) en el estudio de un caso particular de oscilador no lineal.

El interés por reproducir el comportamiento del corazón, ya sea mediante simulación o emulación, puede tener diferentes propósitos, por lo que no se puede decir que es nuevo, no obstante, cabe destacar que las nuevas herramientas tanto computacionales como matemáticas, mantienen el tema en vigencia, tal como lo demuestran Bhowmick et al (6) en su obra titulada: “Synthesis of ECG waveform using Simulink model” (Síntesis de la forma de onda de ECG usando modelado en Simulink), quienes haciendo uso de herramientas matemáticas clásicas en el tratamiento de señales, introducen su aplicación en la modelación y reproducción de las ondas cardíacas empleando un lenguaje gráfico.

El propósito del artículo es mostrar el potencial de las herramientas matemáticas aplicadas con inteligencia artificial, específicamente la lógica borrosa de Takagi-Sugeno-Kang, en una variante sugerida, la cual es la de orden 2 (7,8), y aplicarla sobre un tema de interés, en este caso la reproducción del complejo PQRST de la curva cardíaca. Es claro que la estructura neuro-borrosa juega un papel preponderante en el proceso de caracterización, siendo el proceso de entrenamiento-aprendizaje la estrategia que introduce un efecto filtrante tras el proceso de minimización de una función de costo, siendo la función de costo elegida en el estudio, el valor absoluto del error. Finalmente, es responsable decir que dicho estudio, bien pudiese ser aplicado a cualquier otro tipo de datos, que garantizándose su correlación, se desease caracterizar.

Metodología y tratamiento de la data para la caracterización de funciones empleando TSK de orden 2 aplicada a la reproducción del complejo PQRST cardíaco

Marco teórico

El estudio del comportamiento, tanto fisiológico como electroquímico del corazón, bajo múltiples consideraciones, han conllevado a múltiples estudios tendentes a modelar su comportamiento, por ejemplo Abramovich-Sivan et al (9) condujeron su estudio con el interés de reproducir una curva de respuesta de la modulación de los latidos del corazón ante la interacción de un marca-pasos cardíaco; no obstante, para muchos de los estudios, es pertinente reproducir su comportamiento bajo condiciones óptimas de salud, y otras tantas bajo condiciones tipificadas de falla, como bien podrían ser las arritmias. Pero es claro que un estudio sin el conocimiento de una curva patrón, que pudiese considerarse óptima, o la emulación para la calibración de equipamiento para su registro, pudiese constituirse en un revés para cualquier estudio. Considerando lo dicho, es pertinente definir qué es el complejo QQRST. En palabras de McSharry et al (10), el complejo PRST es una señal variable en el tiempo debido al flujo de corriente iónica que hace que las fibras cardíacas se contraigan y posteriormente se relajen, siendo posible su observación a partir de un registro denominado electro-cardiograma (ECG), siendo posible efectuar un ECG de superficie registrando la diferencia de potencial entre dos electrodos colocados sobre la superficie de la piel; aunque, normalmente, se colocan tres para registrar un bio-potencial diferencial capaz de permitir diferenciar y suprimir ruidos, siendo dicha sugerencia galardonada con un premio Nobel a Willen Eithoven; quien, a principios de 1900's, no tan sólo planteó la técnica de medición sino que dio nombre con sus estudios a las diferentes deflexiones de la señal del corazón (P, Q, R, S, T), tal como reseñan Dijk et al (11).

Por razones pertinentes, se presenta un estudio cuya aplicabilidad, tanto estadística en el tratamiento de la señal como la señal misma, son de utilidad pragmática; razón por la cual parte del estudio reposa en los resultados presentados por Medina et al (12), Bhowmick et al (13), y McSharry et al (14). Bajo las consideraciones planteadas a partir de los estudios citados se tiene que la forma de onda del complejo QQRST es como se muestra en la Figura 1, siendo esta conceptualmente generada con un muestreo de 500 Hz, con una duración del intervalo de la onda PR de 150 ms, QRS de 190 ms, y ST de 220 ms; con tensiones contempladas en el rango de -0.4 a 1.2 milivoltios y sintetizada a partir del registro efectuado por McSharry et al.

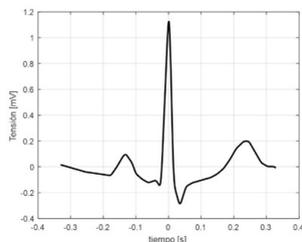


Fig. 1. Forma de onda del complejo QQRST sintetizada a partir de un registro de un humano normal.

La aparición del computador y con ello, el procesamiento digital de señales condujeron a múltiples aplicaciones matemáticas, hasta ahora reservadas tan sólo al ámbito conceptual, siendo, en el mejor de los casos, de una labor muy ardua para conseguir el logro de un resultado aplicable con inmediatez en procesos industriales o que exigiesen respuesta en tiempo real (o semi-tiempo real). Sin embargo, tal y como reseña Seising (15), pasado los años 1960's, todo cambio, y, como en tantas oportunidades, la ingeniería eléctrica hace una de sus grandes contribuciones en el ámbito matemático, siendo liderado este aporte por el profesor Lofti Zadeh, quien introdujo el concepto

de teoría de conjunto borroso con tratamiento lingüístico, para tratar la vaguedad del lenguaje humano y llevarlo a la toma de decisiones que exigen datos univaluados o nítidos.

La aplicación de la inferencia borrosa ha ido evolucionando desde su génesis, y aunque muchas cosas ya sean dichas, permanentemente se siguen redescubriendo, y replanteando temas que aunque abordados, no se llega al punto de agotar el mismo, es tal el hecho que en publicación reciente Dutu, et al (16) , plantean, bajo las consideraciones de Mamdani, no tan sólo los conceptos clásicos de universo del discurso, como la variable que constituye el dominio de una función, y que se caracteriza, lingüísticamente hablando, por un sustantivo que denomina a la variable en estudio, así como también las funciones de pertenencia, las cuales son sub-conjuntos del dominio del discurso, que de manera lingüística se caracterizan por emplearse adjetivos y adverbios. En el estudio citado, los autores plantean, el tema de generación de reglas que permiten de una u otra forma, plantear una inferencia y obtener un consecuente que finalmente conlleve a una agregación de reglas que luego deberán ser llevadas a un valor nítido o univaluado para su aplicación, empleando para ello métodos de promedios ponderados o métodos como los del centroide.

El método de Mamdani, para efectuar inferencias borrosas, presenta un costo computacional muy alto, razón por la cual, una forma expedita, tanto para la creación de funciones de pertenencia, generación automática de reglas, y ponderación de valores de grados de verdad de los consecuentes para generar un valor nítido o univaluado, y cuya aplicabilidad para la reproducción de comportamientos registrados en forma de señales, fue ya planteado por Takagi, Sugeno y Kang(17,18), en el método que lleva su nombre y que logra una reducción apreciable en el costo computacional, siendo dicho método presentado recién como una revisión del tema por Bacha et al (19). Finalmente, es relevante decir, que en la reducción del costo computacional, es clave el cumplimiento de la regla del solapamiento entre funciones de pertenencia, tal y como se puede apreciar en el artículo presentado por Zhang et al (20) y Yu et al (21), así como también el proceso de inicialización de parámetros de valores únicos o singletones, que por razones de simplicidad numérica, como método, se elige el interpolador polinomial de Lagrange, quien lo publicó en 1975, aunque hubo sido descubierto por Waring y redescubierto posteriormente por Euler, tal y como citan Tjahjono et al (22).

Normalización de la data

La primera fase del estudio conlleva a la normalización de la data; el propósito es claro, poder tener control sobre la frecuencia cardíaca simulada, dependiendo en todo caso de una señal de control para usos futuros en estudios que conlleven a la emulación. Para la normalización se considera como amplitud unitaria el pico de Amplitud R del complejo cardíaco y el lapso de la señal como un periodo unitario por defecto, centrado en un valor en por unidad cero, correspondiente al pico de amplitud R del complejo cardíaco. La Figura 2 muestra el efecto de la normalización sobre la data.

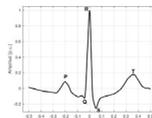


Fig. 2. Forma de onda del complejo PQRST normalizada en amplitud y tiempo.

. Estructuración del Sistema de inferencia borroso

Seguidamente se debe establecer el universo del discurso, que para la señal estudiada, dado que es una serie temporal, se corresponde con el tiempo normalizado, el cual se divide en treinta y cinco

sub-conjuntos, que constituyen las funciones de pertenencia del tipo triangular.

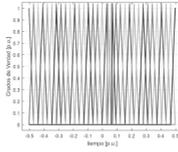


Fig. 3. Funciones de pertenencia del universo del discurso del tiempo normalizado.

La inicialización de los singletons o valores únicos para la estructura TSK (23,24) de orden 2 debe ser inicializada empleando la muestra colectada y tomando en consideración los interpoladores de Lagrange, que por razones de ahorro computacional se desarrollan como se muestra en la siguiente definición.

Definición 1: ecuaciones desarrolladas, empleando de Lagrange, para la obtención de la aproximación polinomial cuadrática a partir de los datos.

$$A=(Y_1(X_2-X_3)+Y_2(X_3-X_1)+Y_3(X_1-X_2))/(X_1-X_2)(X_1-X_3)(X_2-X_3) \quad (1)$$

$$B=(Y_1(X_2^2-X_3^2)+Y_2(X_3^2-X_1^2)+Y_3(X_1^2-X_2^2))/(X_1-X_2)(X_1-X_3)(X_2-X_3) \quad (2)$$

$$C=(Y_1X_2X_3(X_2-X_3)+Y_2X_1X_3(X_3-X_1)+Y_3X_1X_2(X_1-X_2))/(X_1-X_2)(X_1-X_3)(X_2-X_3) \quad (3)$$

Definición 2: ecuación que se emplea como interpolador de Lagrange para expresión polinomial de segundo orden asociado a cada función de pertenencia.

$$Y=AX^2+BX+C \quad (4)$$

La estructura del sistema neuro-adaptativo contempla una estructura sináptica en las cuales las neuronas presentan funciones de activación de naturaleza lineal (25), lineal saturada entre 0 y 1 y productorias (26). La Figura 4 ilustra la red neuronal para la implementación del sistema de inferencia neuro-borroso.

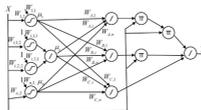


Fig. 4. Red neuro-borrosa para la caracterización del complejo PQRST cardíaco empleando TSK orden 2.

La capa intermedia con pesos que presentan las literales A, B y C, son inicializadas empleando el interpolador de Lagrange, mientras que la capa de entrada, sus pesos dependerán si son capas asociadas a las funciones de pertenencia intermedias en el universo del discurso, o si por el contrario capas pertenecientes a funciones de pertenencia asociadas a los extremos del universo del discurso. La siguiente definición permite parametrizar estos pesos.

Definición 3: ecuaciones propuestas para efectuar la inicialización de los pesos de las capas de entrada del sistema neuro-borroso.

$$W_{1,1}=X_2/(X_2-X_1) \quad W_{1,2}=(-1)/(X_2-X_1) \quad (5)$$

$$W_{(n,1)}=-X_{(n-1)}/(X_n-X_{(n-1)}) \quad W_{(n,2)}=1/(X_n-X_{(n-1)}) \quad (6)$$

$$W_{(i,1)}=-X_{(i-1)}/(X_i-X_{(i-1)}) \quad W_{(i,2)}=1/(X_i-X_{(i-1)}) \quad (7)$$

$$W_{(i,2)}=X_i/(X_{(i+1)}-X_i) \quad W_{(i,2,2)}=(-1)/(X_{(i+1)}-X_i) \quad (8)$$

Finalmente, se tiene que una vez establecida la estructura del sistema de inferencia borroso, y debidamente inicializado, éste deberá ser entrenado tal que los pesos asociados al interpolador reduzca la función de costo (27) elegida para tal fin, dicha función de costo se presenta en la siguiente definición.

Definición 4: ecuación de la función de costo del valor absoluto del error.

$$J(\varphi) = \sum_{i=1}^N |Y_i - Y(\varphi)_i| \quad \varphi = [W_1 \dots W_n] \quad (9)$$

Siendo pertinente definir la función de ajuste de los parámetros o pesos, conocido como el método del gradiente descendente o decreciente (28-30), el cual optimiza los parámetros de una función de costo, siendo la función de costo en este caso la desviación absoluta de la predicción respecto a los datos para cuando se evalúa cada uno de los parámetros $J(\varphi_{(i_n)})$, siendo α un factor denominado factor de aprendizaje.

Definición 5: ecuación iterativa para la función de ajuste de parámetros durante el entrenamiento neuro-adaptativo.

$$\varphi_{(i_{n+1})} = \varphi_{(i_n)} - \alpha \times \Delta J(\varphi_{(i_n)}) \quad \Delta J(\varphi_{(i_n)}) = \partial J(\varphi_{(i_n)}) / (\partial \varphi_{(i_n)}) \Delta \varphi_{(i_n)} \quad (10)$$

Para la evaluación de los resultados se toman en consideración las definiciones del error cuadrático medio para el error de predicción, así como también el valor promedio del error, siendo posible extender ambas definiciones para definir la desviación estándar de las muestras considerando la ortogonalidad entre la desviación estándar y el valor promedio de la señal.

Definición 6: Valor cuadrático medio del error de predicción.

$$\varepsilon_{RMS}^2 = 1/N \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (11)$$

Definición 7: Valor cuadrático de la media del error de predicción.

$$\varepsilon_{DC}^2 = [1/N \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)]^2 \quad (12)$$

Definición 8: desviación estándar de predicción.

$$\sigma = \sqrt{(\varepsilon_{RMS}^2 - \varepsilon_{DC}^2)} \quad (13)$$

Por razones de interés, y siendo ortodoxos respecto al tema de predicción en el mundo de la identificación, se definirá el factor de correlación multivariable, como sigue, de tal manera de garantizar su valor entre 0 y 1.

Definición 9: Factor de correlación multivariable.

$$r_y^2 = 1 - \frac{1 - (\sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2)}{(\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2)} \quad (14)$$

Resultados y discusiones

Con bases en la estructura planteada para el sistema de inferencia borroso que caracteriza al complejo PQRST y considerando la metodología planteada para la obtención de pesos de la red neuronal-borrosa, se procedió al entrenamiento de dicha red y se obtuvieron los resultados que se muestran en las Figura 5 y 6. Obsérvese como la señal de predicción, en trazo gris segmentado, se superpone, casi en su totalidad, sobre la señal, en trazo negro, del complejo PQRST sintetizado; sin embargo, ésta es una apreciación cualitativa que, al emplear los indicadores definidos previamente, con el propósito de una evaluación imparcial, arrojan los siguientes resultados cuantitativos: Al inicio del entrenamiento, el sistema de caracterización neuro-borroso TSK orden 2, arrojó una desviación estándar de 0.0142 y una correlación cuadrática multivariable de 0.9627, demostrando que el sistema de caracterización inicializado de manera óptima es capaz de reproducir de manera satisfactoria el sistema caracterizado. Al término del entrenamiento, el sistema de carac-

terización neuro-borro TSK orden 2, arrojó una desviación estándar de 0.0130 y una correlación cuadrática multivariable de 0.9970, demostrando que lo que de por sí, ya era bueno, es mejorable, mostrando lo pertinente que resulta el método de caracterización TSK de orden 2 para la reproducción de tendencias y/o curvas. Finalmente, de la Figura 7, se evidencia que la caracterización neuro-borrosa TSK de orden 2, es derivable en todo el universo del discurso, lo que se presenta como una gran bondad ante, por lo menos, el método de caracterización de TSK de orden 0.

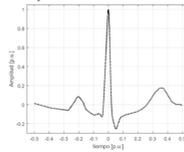


Figura 5: Caracterización neuro-borrosa del complejo PQRST cardíaco empleando TSK de orden 2, en trazo gris segmentado, siendo el trazo en negro, la señal del complejo PQRST cardíaco normalizado.

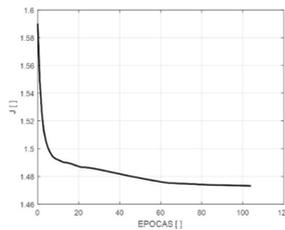


Figura 6: Evolución de la función de costo durante el proceso de entrenamiento de la red neuro-borrosa empleada en la caracterización del complejo PQRST cardíaco empleando TSK de orden 2.

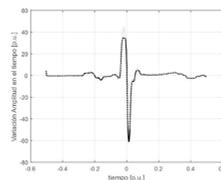


Figura 7: Variación en el tiempo de la caracterización neuro-borrosa del complejo PQRST cardíaco empleando TSK de orden 2, en trazo gris segmentado, siendo el trazo en negro la variación en el tiempo de la señal del complejo PQRST cardíaco normalizado.

Con bases en los estudios efectuados por Bhowmick et al (31) del complejo cardíaco PQRST, quienes emplearon la caracterización armónica basadas en un análisis de regresión de las componentes armónicas sinusoidales, empleando curve-fit de Matlab, para así obtener, de manera numérica, los coeficientes, de una serie trigonométrica de Fourier, considerando tan sólo cuatro armónicos, se reprodujo su estudio para 5, 17, 257 armónicos, presentándose los resultados gráficos en la Figura 8. Los resultados comparativos, teniendo en consideración los indicadores o funciones de costo planteadas en el presente artículo, evidencian las bondades de la caracterización neuro-borrosa aplicada a la reproducción del complejo PQRST cardíaco, tal y como puede ser apreciado en la Tabla 1.

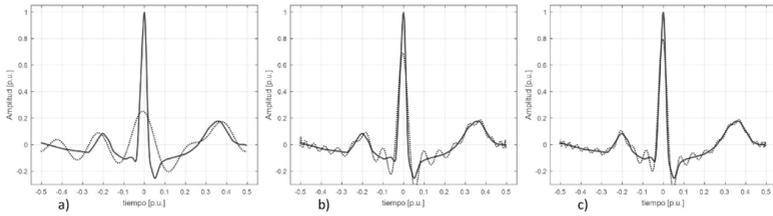


Figura 8: Resultado de la reproducción del estudio de Bhowmick et al, en el cual se representa la señal normalizada del complejo PQRST cardíaco, en trazo negro continuo, y la caracterización armónica con 5, 17 y 257 armónicos, en trazo segmentado gris, para las gráficas a, b, y c, respectivamente.

Tabla1. Resultados estadísticos de la comparación de cada una de las predicciones respecto a la señal normalizada del complejo PQRST cardíaco

Método de Caracterización	σ	r_y^2
Takagi Sugeno Kang orden 2	0,0130	0,9970
S.T. Fourier 5 armónicos	0,1329	0,3954
S.T. Fourier 17 armónicos	0,0612	0,8717
S.T. Fourier 257 armónicos	0,0420	0,9398

Los resultados comparativos, permiten evidenciar, el potencial del método de caracterización neuroborroso Takagi Sugeno Kang, respecto a métodos convencionales de caracterización, como el método de aproximaciones empleando una expansión trigonométrica de Fourier.

Conclusiones

El método planteado, aplicando TSK de orden 2, para la caracterización de funciones, siendo aplicada a la reproducción del complejo PQRST cardíaco, desde su inicialización y reproducción inicial, ofrece resultados satisfactorios, siendo su desviación estándar de 0.0142 que por presentarse en por unidad, se correspondería con 1.42% de error; siendo su factor de correlación cuadrático multivariable de 0.96, lo cual ya es bastante bueno, considerando que es la época correspondiente a la inicialización del sistema. Transcurridos 104 épocas, y aplicando el método del gradiente descendente, se logra una mejoría tal que se alcanza una desviación estándar de 0.013 que se corresponde con un 1.3% de error, con un factor de correlación multivariable de 0.997.

Es claro, que a partir de los resultados obtenidos, se puede concluir lo pertinente que resulta la aplicación del método de caracterización TSK de orden 2 para la reproducción de tendencias y/o curvas, y más si se considera que dicho método de caracterización es derivable y presenta un gradiente de cambio continuo para todo el universo del discurso caracterizado.

Agradecimientos

Agradecemos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en particular a las direcciones de escuelas, por el tiempo y espacio concedido para la elaboración del presente artículo, fruto de las clases impartidas asociadas tanto al control inteligente como al análisis y procesamiento de señales, así como también es justo reconocer a la profesora Eulalia Pamagualle, de la escuela de idiomas, quien elaboró la traducción al idioma inglés de lo presentado en el artículo.

Conflicto de intereses

En el presente trabajo, no existen conflictos de interés, puesto que la investigación elaborada sólo pretenden propender al enriquecimiento del colectivo interesado en apreciar las bondades de las técnicas inteligentes aplicadas en el área de la caracterización de funciones con miras a desarrollar tecnología aplicada en el área médica, por lo que el artículo presentado, antecede a futuros estudios que pretenden materializar lo antes expuesto en equipos de naturaleza tecnológica.

Referencias

1. Dijk, J., y van Loon, B. (2006). Scanning our past from the Netherlands: The electrocardiogram centennial: Willem Einthoven (1860–1927). *Proceedings of the IEEE*, 94(12): pp. 2182-2185.
2. Xiloyannis, M., Gavriel, C., Thomik, A. A., & Faisa, A. A. (2015). Gaussian process regression for accurate prediction of prosthetic limb movements from the natural kinematics of intact limbs. In *Neural Engineering (NER), 2015 7th International IEEE/EMBS Conference on IEEE*: pp. 659-662.
3. Jun-peng, G., y Wen-hua, L. (2008). Regression analysis of interval data based on error theory. In *Networking, Sensing and Control, 2008. ICNSC 2008. IEEE International Conference on IEEE* : pp. 552-555.
4. Changping, S., y Zhengguang, X. (2009). Extended TS fuzzy model based on interval arithmetic and its application to interval nonlinear regression analysis. In *Fuzzy Systems, 2009. FUZZ-IEEE 2009. IEEE International Conference on IEEE*: pp. 1773-1778.
5. Araujo, E., y dos Santos Coelho, L. (2007). Fuzzy Model and Particle Swarm Optimization for Nonlinear Identification of a Chua's Oscillator. In *Fuzzy Systems Conference, 2007. FUZZ-IEEE 2007. IEEE International*. pp. 1-6.
6. Bhowmick, S., Kundu, P. K., y Sarkar, G. (2016). Synthesis of ECG waveform using Simulink model. In *Intelligent Control Power and Instrumentation (ICICPI), International Conference on IEEE*: pp. 61-64.
7. Kukulj, D., & Levi, E. (2004). Identification of complex systems based on neural and Takagi-Sugeno fuzzy model. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 34(1), pp. 272-282.
8. Méndez, G. M., de los Angeles Hernández, M., González, D. S., & López-Juarez, I. (2011, December). Interval singleton type-2 TSK fuzzy logic systems using orthogonal least-squares and backpropagation methods as hybrid learning mechanism. In *Hybrid Intelligent Systems (HIS), 2011 11th International Conference on IEEE*. pp. 417-423.
9. Abramovich-Sivan, S., y Akselrod, S. (1998). The generation and modulation of the heart beat: a phase response curve based model of interacting pacemakers cells. In *Computers in Cardiology 1998, IEEE*: pp. 589-592.
10. McSharry, P. E., Clifford, G. D., Tarassenko, L., y Smith, L. A. (2003). A dynamical model for generating synthetic electrocardiogram signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 50(3): pp. 289-294.
11. Dijk, J., y van Loon, B. (2006). Scanning our past from the Netherlands: The electrocardiogram centennial: Willem Einthoven (1860–1927). *Proceedings of the IEEE*, 94(12): pp. 2182-2185.
12. Medina, V. U., González-Camarena, R., y Echeverria, J. C. (2005). Effect of noise sources on the averaged PQRST morphology. In *Computers in Cardiology, 2005. IEEE*: pp. 743-746.
13. Bhowmick, S., Kundu, P. K., y Sarkar, G. (2016). Synthesis of ECG waveform using Simulink model. In *Intelligent Control Power and Instrumentation (ICICPI), International Conference on IEEE*: pp. 61-64.
14. McSharry, P. E., Clifford, G. D., Tarassenko, L., y Smith, L. A. (2003). A dynamical model

- for generating synthetic electrocardiogram signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 50(3): pp. 289-294.
15. Seising, R. (2015). When Computer Science Emerged and Fuzzy Sets Appeared: The Contributions of Lotfi A. Zadeh and Other Pioneers. *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*, 1(3). pp 36-53.
16. Dutu, L. C., Mauris, G., y Bolon, P. (2017). A Fast and Accurate Rule-Base Generation Method for Mamdani Fuzzy Systems. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*.
17. Sugeno, M., y Kang, G. T. (1988). Structure identification of fuzzy model. *Fuzzy sets and systems*, 28(1), 15-33.
18. Takagi, T., & Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, (1), 116-132.
19. Bacha, S. B., y Bede, B. (2016). On Takagi Sugeno approximations of Mamdani fuzzy systems. In *Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS), 2016 Annual Conference of the North American*. IEEE: pp. 1-7.
20. Zhang, J. D., y Zhang, S. T. (2009). Controller design of TS fuzzy systems with standard fuzzy partition inputs. In *Industrial Electronics and Applications, 2009. ICIEA 2009. 4th IEEE Conference on*. IEEE: pp. 3101-3106.
21. Yu, J. X., Ren, G., y Zhang, S. T. (2006). Stability Analysis of Discrete TS Fuzzy Systems with Standard Fuzzy Partition Inputs. In *Machine Learning and Cybernetics, 2006 International Conference on*. IEEE: pp. 438-442.
22. Tjahjono, A., Sudiharto, I., y Anggriawan, D. O. (2016). Modelling non-standard over current relay characteristic curves using combined lagrange polynomial interpolation and curve fitting. In *Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 2016 International Seminar on IEEE*: pp. 589-594.
23. Sugeno, M., y Kang, G. T. (1988). Structure identification of fuzzy model. *Fuzzy sets and systems*, 28(1), pp. 15-33.
24. Takagi, T., y Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, (1), pp. 116-132.
25. Baldi, P. F., y Hornik, K. (1995). Learning in linear neural networks: A survey. *IEEE Transactions on neural networks*, 6(4). Pp. 837-858.
26. Matich, D. J. *Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones*. Cátedra de Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos-Orientación I. 2001. pp. 12-15.
27. Salas, R. (2004). *Redes neuronales artificiales*. Universidad de Valparaíso. Departamento de Computación, 1-15. p. 5.
28. Zhang, N., y Zeng, S. (2005). A gradient descending solution to the LASSO criteria. In *Neural Networks, 2005. IJCNN'05. Proceedings. 2005 IEEE International Joint Conference on*. IEEE: Vol. 5, pp. 2942-2947.
29. Cruz-Beltrán, L., y Acevedo-Mosqueda, M. (2008). Reconocimiento de voz usando redes neuronales artificiales backpropagation y coeficientes lpc. In *6to Congreso Internacional de Cómputo en Optimización y Software*. CiCos. pp. 92-93.
30. Barrera, J. A. T. *Redes Neuronales*.
31. Bhowmick, S., Kundu, P. K., y Sarkar, G. (2016). Synthesis of ECG waveform using Simulink model. In *Intelligent Control Power and Instrumentation (ICICPI), International Conference on IEEE*: pp. 61-64.

