

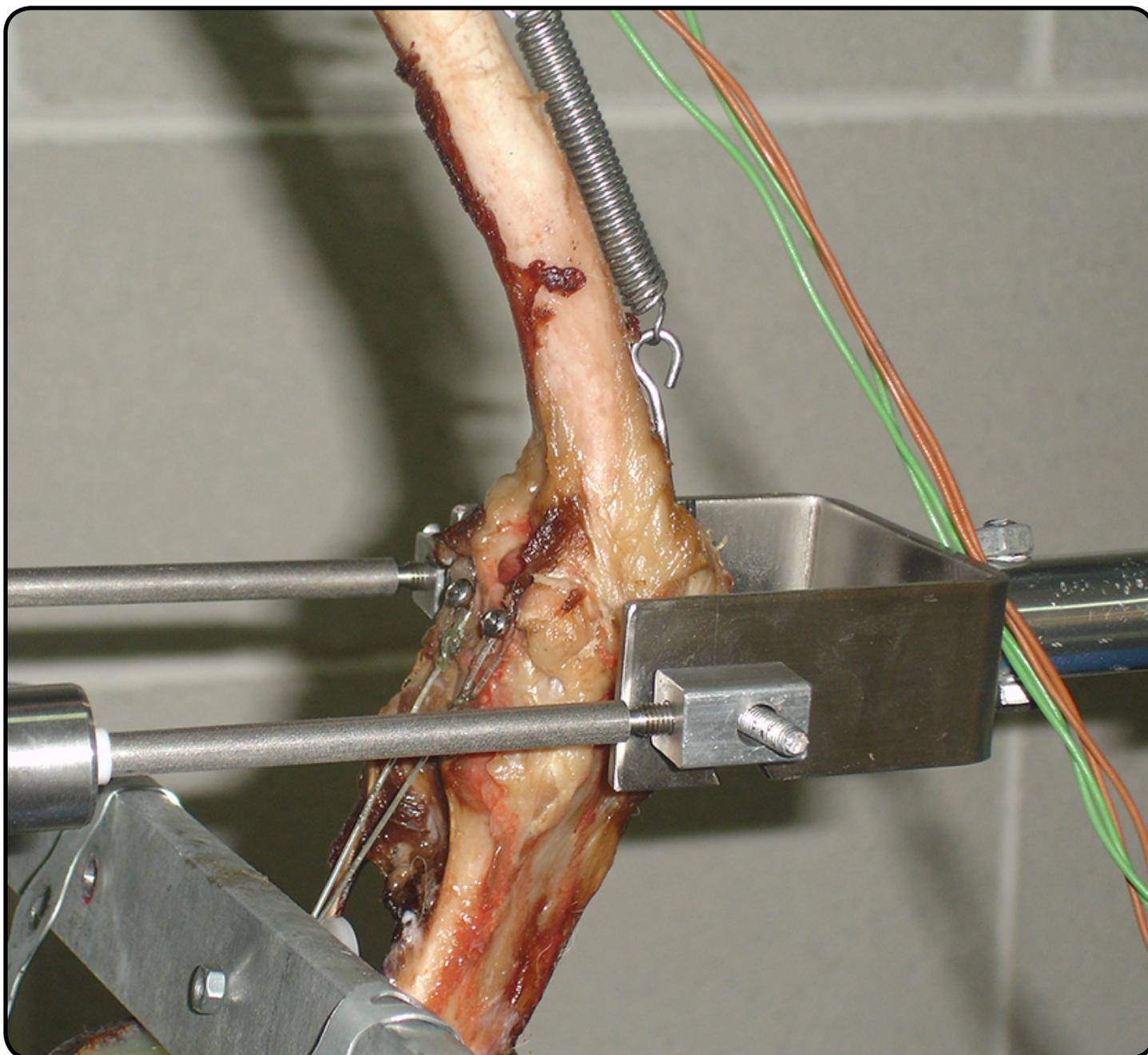


UNIVERSIDAD DEL ZULIA
REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN



MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA



REVISTA CIENTÍFICA

Fundada en 1990

Universidad del Zulia
Facultad de Ciencias Veterinarias
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

Vol. XXXI (3) 2021

MIEMBROS FUNDADORES

José Faría R. (†)
Mario Pérez B.
Manuel Alvarado M.

DIRECTOR FUNDADOR
Rafael César Reátegui Cárdenas (†)

EDITOR JEFE
Mario Pérez Barrientos

EDITOR ASOCIADO
Edison Pascal-Bello

Portada:

The effect of Tibial Tuberosity Advancement on Patellar tendon force in Canine Stifle joint under Caudal Femoral Drawer (Págs. 87 - 92)

SECRETARIA EJECUTIVA
Marilyn Del V. Añez Davila

DISEÑO GRÁFICO
Oscar De La Rosa

La edición de esta revista ha sido auspiciada por el Vicerrectorado Académico LUZ, el Sistema de Servicios Bibliotecarios y de Información (Serbiluz) y Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de LUZ (CONDES)

**SE AGRADECE CANJE
EXCHANGE DESIRED**

DIRECCIÓN:
Revista Científica
Universidad del Zulia,
Facultad de Ciencias Veterinarias
Núcleo Agropecuario Ciudad Universitaria
Apdo. 15252, Maracaibo 4005-A
Estado Zulia-Venezuela
Telf.-Fax: 58-261-4126158

E-mail: revistafcv@gmail.com

<http://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica>

El índice acumulado anual aparecerá en el último número de cada volumen.

Esta revista fue editada en formato digital y publicada en Julio de 2021, por

**La Facultad de Ciencias Veterinarias de La
Universidad del Zulia**
Maracaibo - Venezuela.



**UNIVERSIDAD
DEL ZULIA**

EDITORES ASOCIADOS

Dr. Dionel García Bracho. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dr. Willian Mejía Silva. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dr. Armando Quintero Moreno. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dr. José Atilio Aranguren Méndez. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dra. María Elena Peña. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dra. Julia Velasco Fuenmayor. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dr. Wilfido Briñez Zambrano. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dr. José Manuel Rodríguez. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Dr. Francisco Angulo Cubillán. UTE. Quito. Ecuador
Dra. Libia Guzmán. Universidad del Tolima, Colombia
Dr. Hugo Hernández Fonseca. St. George's University, Granada
Dr. Aureliano Hernández. Universidad Nacional de Colombia, Colombia
Dr. José María Alunda. Universidad Complutense de Madrid, España
Dr. Andrés Ortega Ojeda. UTE. Quito, Ecuador

COMITÉ DE ASESORES

Pedro M. Aso. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela
Alfredo Coronado. Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela
Roy D. Meléndez. Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela
Héctor Soto Castellanos. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Caracas, Venezuela
Antonio Bretaña. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Caracas, Venezuela
Marc Desquesnes. CIRAD-EMVT, Burkina Faso, West Africa
Edmundo Grisard. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Alexis Rodríguez Acosta. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela
Elías Sogbe Martinís. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela
Andrés Soyano. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Los Teques, Venezuela
Rafael Román Bravo. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Enrique Márquez Salas. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Nelson Huerta Leidenz. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Eleazar Soto Belloso. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
José Luis Ramírez. Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela

La revista no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus autores

Prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta Revista

© REVISTA CIENTÍFICA, 2018

© FCV, Universidad del Zulia

Revista impresa ISSN 0798-2259 Depósito Legal: pp 199102ZU46

Revista electrónica ISSN electrónico: 2477-944X Depósito Legal: ppi 201502ZU4665

www.luz.edu.ve



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN

REVISTA CIENTÍFICA

REVISTA INTERNACIONAL ARBITRADA DEDICADA A LA DIVULGACIÓN
DE INVESTIGACIONES ORIGINALES EN EL ÁREA AGROPECUARIA

Vol. XXXI (3) 2021
MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA

Indizada y registrada en:

Institute for Scientific Information (ISI): Research Alert® y Focus on: Veterinary Science & Medicine™

Science Citation Index (SCIExpanded)

RevicyhLUZ. Revistas Científicas y Humanísticas de LUZ (URL: <http://produccioncientificaluz.org/revicyhluz/>)

SWETS Blackwell Database

ELSEVIER Extended Science Direct Navigator Database

Ulrich's Periodicals International Directory

Veterinary Bulletin

Index Veterinarius

CAB Abstracts Database - UK

Base de Datos Wildlife & Ecology Studies Worldwide (EBSCO Publishing Inc.)

Base de Datos de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología (REVENCYT)

Registro de Publicaciones Científicas y Tecnológicas Venezolanas del FONACIT - MCT

Asociación de Editores de Revistas Biomédicas Venezolanas (ASEREME)

Asociación Venezolana de Editores de Publicaciones de las Ciencias del Agro (AVEPAGRO)

LATINDEX

Base de Datos "Informe Académico" (Thomson-Gale) USA

Base de Datos LILACS (Literatura Latinoamericana de Ciencias de la Salud)

Base de Datos LIVECS (Literatura Venezolana en Ciencias de la Salud)

Scielo Venezuela (www.scielo.org.ve)

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc): <http://redalyc.uaemex.mx/>

Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC Data Bases), siicsalud.com

Citefactor Journals Citefactor.org. Director Indexing of International Research Journals



REVISTA CIENTÍFICA, es una revista internacional que representa el órgano científico de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. La misión es publicar la mejor literatura científica tropical y subtropical relacionada a las áreas de las ciencias veterinarias, producción animal, salud pública y tecnología de alimentos de origen animal, así como, literatura científica generada en zonas templadas, pero con aplicabilidad tropical. Todos los trabajos recibidos deben seguir el formato que se presenta en las instrucciones para autores y pasar por un proceso de arbitraje anónimo.

La revista publica cuatro números al año.

Toda correspondencia debe ser enviada a:
Editor Jefe REVISTA CIENTÍFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia. Apartado 15252.
Maracaibo 4005-A, Estado Zulia, Venezuela
Teléfono-Fax: (58-0261) 4126158.
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>
<http://www.fcv.luz.edu.ve>

REVISTA CIENTÍFICA, is an international journal representing the scientific organ of the Faculty of Veterinary Sciences at the University of Zulia, Maracaibo, Zulia State, Venezuela. The aim is publishing the best tropical and subtropical scientific literature related to the fields of veterinary clinical sciences, animal production, public health, food sciences and technology of animal products as well as scientific literature generated in temperate zones but with tropical applicability. All the submitted manuscripts must follow the established editorial guidelines and go through an anonymous peer review process.

The journal publishes four issues a year.

All mail must be sent to:
Editor in Chief REVISTA CIENTÍFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia. Apartado 15252.
Maracaibo 4005-A, Estado Zulia, Venezuela
Teléfono-Fax: (58-0261) 4126158.
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>
<http://www.fcv.luz.edu.ve>



República Bolivariana de Venezuela
Universidad del Zulia
Consejo Universitario



Con el voto favorable del Consejo de la Orden y en virtud
de lo establecido en el reglamento respectivo, confiere la

Orden al Mérito Universitario
Dr. Jesús Enrique Lossada

en su Única Clase a la

Revista Científica de la Facultad de Veterinaria

Por su incansable labor al servicio de la divulgación del conocimiento científico producido desde la academia, dando cabida no sólo al producto intelectual generado desde la Facultad de Veterinaria sino también del interior y exterior del país, dejando así testimonio del prestigio y éxito de toda la comunidad científica universitaria y del funcionamiento y crecimiento generado desde la Institución.

Refrendado,

Dra. Marlene Primera Galué
Secretaria



Dr. Jorge Palencia Piña
Rector-Presidente

Maracaibo, 1 de octubre de 2012



República Bolivariana de Venezuela
Universidad del Zulia
 Consejo Universitario



Orden al Mérito Universitario
Dr. Francisco Ochoa

Que en su **Única Clase** se le confiere a la
Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias

Por decisión del Consejo Universitario y cumplidos los requisitos establecidos en el respectivo Reglamento, cuyas Artículos 1º y 2º indican lo siguiente:

Artículo 1: La Orden al Mérito Universitario Dr. Francisco Ochoa es la máxima distinción honorífica que confiere la Universidad del Zulia a las personas e instituciones por los excepcionales méritos en sus labores científicas, culturales y profesionales.

Artículo 2: La Orden al Mérito Universitario Dr. Francisco Ochoa se propone identificar, ponderar, valorar y premiar:

- a.- Aquellas personas e instituciones que se hayan destacado por acciones filantrópicas, científicas, humanísticas, profesionales, sociales, políticas o de cualquier naturaleza que le hayan dado prestigio a la Universidad del Zulia.
- b.- La labor realizada por insignes científicos, tratadistas, estadistas, por ser referencia de particular notoriedad e influencia en los programas curriculares y de investigación, por los aportes en el desarrollo y establecimiento de nuevos enfoques en la ciencia, educación y cultura.-

En Maracaibo al primer día del mes de octubre de dos mil once. Años: 201º y 152º.-

Dr. Jorge Valencia Viana
 Rector



Dra. Mariene Priozza Galinf
 Secretaria

REVISTA CIENTÍFICA

REVISTA INTERNACIONAL ARBITRADA DEDICADA A LA DIVULGACIÓN
DE INVESTIGACIONES ORIGINALES EN EL ÁREA AGROPECUARIA

Vol. XXXI (3)

2021

	Pag.
EDITORIAL	80
Medicina Veterinaria / Veterinary Medicine	
Efecto de la tintura de Propóleo vs Clorhexidina en el tratamiento de la Enfermedad Periodontal en caninos domésticos	
Effect of Propolis dye vs Chlorhexidine in the treatment of Periodontal Disease in domestic canines	
Diego Medina-Valarezo, Martha Camacho, Manuel García-Herreros, Andrés Ortega-Ojeda y Francisco Angulo-Cubillán	81
The effect of Tibial Tuberosity Advancement on Patellar tendon force in Canine Stifle Joint under Caudal Femoral Drawer	
Efecto del Avance de la Tuberosidad Tibial (ATT) sobre la fuerza del tendón Patelar en Articulación de Rodilla Canina bajo Fuerza Femoral Caudal	
Elsa Pérez-Guindal and Marta Musté-Rodríguez.....	87
Detección de Mastitis Subclínica Bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la Provincia del Cañar – Biblián, Ecuador	
Detection of Subclinic Bovine Mastitis and associated factors, in dairy farms of the Province of Cañar – Biblián, Ecuador	
Mercy Cuenca-Condo, Dionel García-Bracho, Lourdes Reinoso-García, Juan González-Rojas y José Torracchi-Carrasco	93
Producción Animal / Animal Production	
Estudio de las fluctuaciones de Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂), en dos galpones de producción bovina para leche de Paraguay (intensivo y semi-intensivo), utilizando tecnología “IoT	
Study of the fluctuations of Methane (CH ₄) and Carbon Dioxide (CO ₂), in bovine production bars for milk from Paraguay, using “IoT” technology	
Oscar Roberto Martínez-López y María Inés Rodríguez-Acosta.....	99
Variabilidad genética de dos subpoblaciones de Cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) nativos del sur del Ecuador	
Genetic variability of two sub-populations of native Guinea Pig (<i>Cavia porcellus</i>) from southern Ecuador	
Cornelio Rosales-Jaramillo, Pedro Nieto-Escandón, Rafael Róman-Bravo y José Aranguren-Méndez.....	107
Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Ecuador	
Critical nodes of management processes in productive units of Guinea Pigs fattening in Milagro, Ecuador	
Alex Castro-García y Juan Carlos Nava.....	115

EDITORIAL

Continuidad en la publicación de la Revista Científica

La publicación de los artículos científicos, derivados de las investigaciones, constituye la misión primordial de las Revistas Científicas, lo que representa su contribución al crecimiento y desarrollo del acervo del conocimiento, lo que en primer lugar nos permite lograr un mejor entendimiento, en nuestro caso, de las actividades humanas relacionadas con las Ciencias Veterinarias, y su consecuente contribución al bienestar de la Sociedad, amén de los múltiples beneficios derivados de dicha actividad.

Al publicar el resultado de nuestras investigaciones estamos cumpliendo un compromiso con las generaciones futuras, un aporte necesario para que el desarrollo de la sociedad tienda a ser lo más armónico posible, pues para ello son necesarios los aportes que en cada área del conocimiento se producen día a día. Tanto por lo que constituye el conocimiento legado, como por el estímulo intrínseco a la dinámica del proceso articulado de investigación – conocimiento, conformando así un apoyo fundamental de la SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO.

En la actualidad, la investigación en Venezuela atraviesa por uno de sus momentos más oscuros; pues al no contar con los recursos que anteriormente contábamos con mayor disponibilidad, eventualmente el ánimo pueda haber decaído un poco y el impulso que se le venía imprimiendo a las investigaciones posiblemente haya sufrido cambios; lo cierto es que esas transformaciones son el resultado del proceso continuo de adaptación al nuevo escenario, proceso que ha tenido que ser acelerado pues se han conjugado además de factores económicos, la situación de pandemia del COVID-19, de manera que la capacidad de adaptación y resiliencia se ha visto sometida a una prueba más extrema que la que día a día venía enfrentando el investigador. Lo que en consecuencia está generando investigadores con un umbral de resistencia a la adversidad también mayor.

No obstante, esta no es una situación exclusiva del País, ni la primera de este estilo que enfrenta el investigador nacional, ni mucho menos la última. Afortunadamente, tampoco es característico en los investigadores quedarse reflexionando con una visión negativa sobre las condiciones que se constituyen en una estructura de freno, al contrario, la determinación del investigador está conformada en principio para enfrentar y superar retos, así que las condiciones adversas de una situación circunstancial no son las que van a evitar el avance de la investigación, posiblemente durante el proceso resulten algunos fracasos parciales, que serán superados por nuevos intentos, nuevos actores y escenarios que irán posibilitando el progreso necesario.

El mayor estímulo es que hay mucho por investigar, las adversidades no van a dejar de existir; pero el balance siempre va a resultar en favor de la Investigación y la Revista Científica FCV-LUZ no dejara de insistir en el logro de esos objetivos.

Nidia Rojas

Directora de la División de Investigación de la FCV



Efecto de la tintura de Propóleo vs Clorhexidina en el tratamiento de la Enfermedad Periodontal en caninos domésticos

Effect of Propolis dye vs Chlorhexidine in the treatment of Periodontal Disease in domestic canines

Diego Medina-Valarezo^{1,2*} , Martha Camacho² , Manuel García-Herreros³ , Andrés Ortega-Ojeda¹  y Francisco Angulo-Cubillán^{4,5} 

¹Grupo de Investigación de Estudios de Bienestar Animal, Facultad Ciencias de la Salud Eugenio Espejo. Universidad UTE, Sede Occidental, Quito, Ecuador. ²Hospital Veterinario Planeta Vida. Latacunga, Ecuador. ³Instituto Nacional de Investigaçã Agrária e Veterinária, I. P. (INIAV, I.P.). Santarém, Portugal. ⁴Grupo de Investigación de Salud, Producción y Biotecnología Animal, Facultad Ciencias de la Salud Eugenio Espejo. Universidad UTE. Sede Santo Domingo, Ecuador. ⁵Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

*Correo electrónico: diego.medina@ute.edu.ec

RESUMEN

En el presente estudio se analizó el efecto de la tintura de propóleo (TP) vs clorhexidina (C) en el tratamiento de la enfermedad periodontal en la especie canina (EPC). Para ello se llevó a cabo la aplicación terapéutica en 30 pacientes con diferentes grados de enfermedad periodontal (leve, media y grave). Se tomaron muestras de la cavidad bucal para el cultivo posterior e identificación de los microorganismos patógenos implicados en el proceso patológico. Se identificaron 4 géneros de patógenos: *Staphylococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Lactobacillus* spp. y Enterobacterias. El porcentaje de casos que respondieron al tratamiento fue 80 y 3,4 % para TP y C, respectivamente. C no demostró tener ninguna acción eficiente en el tratamiento de EPC. Sin embargo, TP mostró ser el tratamiento de elección, independientemente del patógeno, asociación de éstos o el grado de progresión de la EPC.

Palabras clave: Efecto bactericida; propóleo; clorhexidina; enfermedad periodontal; canino

ABSTRACT

In the present study the effect of propolis tincture (PT) vs chlorhexidine (C) as a treatment of canine periodontal disease (CPD) was analysed. A therapeutic application in 30 patients with different degrees of CPD was carried out (low, moderate and severe). Samples from the oral cavity were collected for culture and further identification of pathogenic microorganisms involved in the pathological process. Four pathogens of different genera were identified; *Staphylococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Lactobacillus* spp. and Enterobacterias. The cases that responded to treatment were 80 and 3.4 % for PT and C, respectively. C did not demonstrate any efficient action in the treatment of CPD. However, PT demonstrated to be the treatment of choice regardless the pathogen, pathogen associations or the degree of progression of CPD.

Key words: Bactericidal effect; propolis; chlorhexidine; periodontal disease; canine

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Periodontal Canina (EPC) es la patología oral más común que afecta a los caninos domésticos (*Canis lupus familiaris*), asociada a problemas sistémicos [15]. Los factores que predisponen la EPC son: edad, especie, raza, genética, conducta de masticación, dieta, oclusión, estado general de salud, cuidados caseros, frecuencia de atención odontológica y la flora bacteriana, entre otros [5,7]. Aunque las bacterias no siempre son los agentes etiológicos primarios, sin embargo, son las causantes de perpetuar la EPC causada por malos hábitos alimenticios o descuidos en el cuidado de la salud oral de las mascotas [4].

Se ha reportado que la EPC se clasifica en etapas progresivas, que pueden describirse en grados de acuerdo con la gravedad y a la extensión de las zonas afectadas [18], cuya evolución comprende estadios: Grado 1 (Leve) Gingivitis, acúmulo de sarro evidente y retracción de la encía en 25 %; Grado 2 (Moderado) placa de sarro que cubre casi todo el diente y retracción de la encía en 50 %; Grado 3 (Grave) exposición de raíces dentales, movimiento y pérdida de piezas dentales [3].

Tradicionalmente se ha tratado la EPC con soluciones antisépticas, antibióticos y medicina natural, no obstante, el uso indiscriminado de éstas y la baja eficacia de los protocolos terapéuticos, manifestados en recidivas de la enfermedad, sugieren el uso de nuevos medicamentos que contribuyan al tratamiento de esta patología [14]. La medicina alternativa propone esquemas terapéuticos que reemplazan y contribuyen de forma concomitante al tratamiento de enfermedades causadas por bacterias. Productos naturales derivados de plantas medicinales han demostrado ser una fuente importante de compuestos biológicamente activos, como es el caso de *Mangifera indica* [12].

Sustancias derivadas de los animales, tales como la miel de abeja o la apitoxina, han sido reportados para el tratamiento de enfermedades causadas por bacterias [2, 8, 13, 19]. La Tintura de Propóleo (TP) es una sustancia resinosa producida por las abejas (*Apis mellifera*), para tapizar el interior de la colmena y protegerla de agentes infecciosos, por poseer efectos farmacológicos antimicrobianos, atribuidos a un compuesto activo conocidos como flavonoides [17]. Su composición y propiedades varían debido a la influencia geográfica donde se ubican las colmenas, así como de la riqueza en la flora predominante [1, 11].

Existen estudios que respaldan el uso de TP "in vitro" sobre diferentes tipos de bacterias como *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia* y *Escherichia* [6]. Esta sustancia ha sido utilizada en la aplicación terapéutica en diferentes patologías, tales como caries, aftas bucales y cicatrizaciones en el hombre [17]. El uso de TP en medicina veterinaria, no se encuentra ampliamente difundido.

El trabajo de investigación plantea la hipótesis de que TP actúa como antibiótico natural, reduciendo la flora bacteriana que causa EPC, por lo que se planteó el objetivo de determinar el efecto de TP en el tratamiento de la enfermedad, comparado con el tratamiento tradicional con Clorhexidina (C) en la especie canina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en pacientes del Hospital Veterinario Planeta Vida, en la ciudad de Latacunga, provincia Cotopaxi, Ecuador,

la cual se encuentra en el centro-norte de la Región interandina, a una altitud de 2.750 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) [9].

Unidades de estudio y técnica experimental

Se realizó el análisis de los casos que acudían a consulta con cierto grado de EPC y se clasificaron 30 pacientes en tres grupos de la siguiente manera: Grado 1 (Leve) Gingivitis, acúmulo de sarro evidente y retracción de la encía en 25 %; Grado 2 (Moderado) placa de sarro que cubre casi todo el diente, retracción de encía en 50 %; Grado 3 (Grave) exposición de raíces dentales, movimiento y pérdida de piezas dentales [3] (FIG 1 y 2). Cada individuo fue tratado en el lado derecho con TP e izquierdo con C.

Toma de muestras

Se realizaron las primeras tomas de muestra mediante hisopado del tejido contaminado para ser llevado inmediatamente al laboratorio, donde se le procesó para la identificación y cultivo respectivo. Posterior al tratamiento empleado (TP y C), se tomó y procesó una segunda muestra de la misma forma que la anterior. Las muestras fueron procesadas y los diagnósticos realizados por técnicas microbiológicas.



FIGURA 1. Enfermedad periodontal; grado 1 (leve) [A], grado 2 (moderado) [B]



FIGURA 2. Enfermedad periodontal grado 3 (grave)

Protocolo terapéutico

Se incluyó el uso del equipo de ultrasonido odontológico (Jet Sonic B.P, Gnatus LTDA, Brasil), para el retiro del cálculo dental contaminado y se procedió a colocar el tratamiento con TP 20 % o C 2 %, la solución antiséptica (TP al 20 % y solución acuosa de C al 2 %) en las zonas afectadas, permitiendo que la solución ejerza su efecto realizando embrocaciones repetidas de ambos principios activos con gasa, utilizando el mismo paciente para ambos tratamientos.

Análisis de datos

El análisis se realizó con la base de datos del programa informático SPSS para Windows [20]. Para el análisis se utilizó la prueba Kolmogorov–Smirnov para conocer la normalidad de las variables, las medidas de dispersión normal: media, desviación estándar, intervalo de confianza al 95 % para variables cuantitativas y porcentajes para variables cualitativas. Para comparar medias de variables paramétricas se utilizó la prueba t Student. Las frecuencias de distribución se compararon para grupos independientes. Valores de P menores a 0,05, fueron considerados estadísticamente significativos [20].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al describir los resultados correspondientes al crecimiento bacteriano en cultivo de cavidad oral en la especie canina, se observó una predominancia de *Staphylococcus* spp. sobre los demás gérmenes aislados ($P < 0,05$) (TABLA I). Además, se detectó como segundo microorganismo predominante a *Corynebacterium* spp. ($P < 0,05$). El tercero es la combinación de ambos gérmenes *Staphylococcus* spp. y *Corynebacterium* spp. encontrados en un mismo individuo ($P < 0,05$). El resto de los microorganismos aparecieron de forma esporádica, y por tanto su relevancia fue relativa.

En la TABLA II se observa diferencia estadística significativa, respecto al efecto positivo del TP sobre las bacterias aisladas en cultivos de pacientes caninos con EPC ($P < 0,05$). Sin embargo, TC en humanos proporcionan datos diferentes en cuanto a la EP,

TABLA I
Microorganismos y sus asociaciones, identificados en los pacientes sujetos a estudio (n = 30)

Microorganismo	Pacientes diagnóstico positivo (%)
<i>Staphylococcus</i> spp.	86,7 ^a
<i>Corynebacterium</i> spp.	36,7 ^b
<i>Lactobacillus</i> spp.	3,4 ^c
Enterobacterias	6,7 ^c
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Corynebacterium</i> spp.	16,6 ^d
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Lactobacillus</i> spp.	3,33 ^c
<i>Staphylococcus</i> spp. Enterobacterias	3,33 ^c
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Corynebacterium</i> spp. <i>Lactobacillus</i> spp.	0 ^c
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Corynebacterium</i> spp. Enterobacterias	3,33 ^c

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

TABLA II
Respuesta al tratamiento aplicado

Tratamiento aplicado	Casos que respondieron de forma positiva al tratamiento (%)
Tintura de Propóleo	80,0 ^a
Clorhexidina	3,4 ^b

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

indicando que el vehículo permitiría ejercer el efecto de la C por mayor tiempo [16]. Asimismo, la capacidad adherente de TP es una de las características que permiten permanecer por mayor tiempo al producto en contacto con la pieza dental y ejercer su efecto bactericida. C en solución acuosa, parece perder su efecto conforme pasa el tiempo de preparación [10].

En la TABLA III, se describe el resultado del tratamiento haciendo referencia al tipo de microorganismo aislado. La eficacia del tratamiento cuando existe monoinfección, el efecto bactericida de TP es más efectivo respecto a C ($P < 0,05$). El resultado sobre la asociación entre *Staphylococcus* spp. y *Corynebacterium* spp. muestra una pérdida significativa en la eficacia de TP sobre estos microorganismos, pudiendo complicar en estos casos su resolución. C no tuvo ningún efecto independientemente del tipo de microorganismo o sus asociaciones, lo que indica la ineficacia de este tratamiento en pacientes caninos con EPC.

TABLA III
Eficacia del tratamiento sobre los microorganismos y sus asociaciones, aisladas en los pacientes sujetos a estudio (n = 30)

Microorganismo	Propóleo	Clorhexidina
<i>Staphylococcus</i> spp.	94,11 ^a	0 ^b
<i>Corynebacterium</i> spp.	100,0 ^a	0 ^b
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Corynebacterium</i> spp.	28,58 ^a	0 ^b
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Lactobacillus</i> spp.	100,0 ^a	0 ^b
<i>Staphylococcus</i> spp. Enterobacterias	100,0 ^a	0 ^b
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Corynebacterium</i> spp. Enterobacterias	0	0

Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas (P < 0,05)

Hubo resultados similares cuando se analizó la eficacia del TP y C, en los casos de EPC leve, moderada y grave. Estos resultados corroboran lo indicado anteriormente, donde TP ha sido utilizado en la aplicación terapéutica en diferentes patologías, tales como caries, aftas bucales y cicatrizaciones en el ser humano [17], siendo TP eficaz frente a agentes infecciosos, mostrando ser un buen antibacteriano natural, lo cual sugiere su uso en los casos de EPC [2, 11].

CONCLUSIONES

Los microorganismos que se hallaron con mayor frecuencia en la EPC por orden de importancia fueron: *Staphylococcus* spp. y *Corynebacterium* spp. Además, de forma aislada *Lactobacillus* spp. y Enterobacterias. De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, TP ejerce un efecto superior a la solución acuosa de C. TP proporcionó los mejores resultados terapéuticos independientemente del grado de evolución de la enfermedad, del microorganismo y asociación bacteriana diagnosticada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AHN, M.R.; KUMAZAWA, S.; HAMASAKA, T.; BANG, K.S.; NAKAYAMA, T. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of Korea. **Agric. Food Chem.** 52 (24):7286-92. 2004.
- [2] AN, H.J.; LEE, W.R.; KIM, K.H.; KIM, J.Y.; LEE, S.J.; HAN, S.M.; LEE, K.G.; LEE, C.K.; PARK, K.K. Inhibitory effects of bee venom on *Propionibacterium acnes*-induced inflammatory skin disease in an animal model. **Int. J. Mol. Med.** 34 (5):1341-8. 2014.
- [3] ALBUQUERQUE, C.; MORINHA, F.; REQUICHA, J.; MARTINS, T.; DIAS, I.; GUEDES-PINTO, H.; BASTOS, E.; VIEGAS, C. Canine periodontitis: the dog as an important model for periodontal studies. **Vet. J.** 191 (3):299-305. 2012.
- [4] DAVIS, I.J.; WALLIS, C.; DEUSCH, O.; COLYER, A.; MILELLA, L.; LOMAN, N.; HARRIS, S. A cross-sectional survey of bacterial species in plaque from client owned dogs with healthy gingiva, gingivitis or mild periodontitis. **PLoS One.** 8 (12): 1-12. 2013.
- [5] DAHLÉN, G.; CHARALAMPAKIS, G.; ABRAHAMSSON, I.; BENGTSOON, L.; FALSEN, G. Predominant bacterial species in subgingival plaque in dogs. **J. Periodontal Res.** 47 (3): 354-64. 2012.
- [6] GIL, M.; PERELLI, A.; ALVARADO, R.; ARIAS, Y.; BLUMENTHAL, E. Actividad bacteriostática y bactericida de la tintura de propóleos sobre bacterias enteropatógenas. **Rev. Fac. Cs. Salud.** 16 (3): 21-25. 2012.
- [7] HOLMSTROM, S.E. Veterinary dentistry in senior canines and felines. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.** 42 (4): 793-808. 2012.
- [8] HOTWANI, K.; BALIGA, S.; SHARMA, K. Phytodentistry: use of medicinal plants. **J. Complement Integr. Med.** 11 (4): 233-51. 2014.
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI), Ecuador. 2014. Anuario Meteorológico, N° 51-2011. En Línea: <https://www.gob.ec/inamhi> 27-05-2021.
- [10] KIRAN, M.; ARPAK, N.; UNSAL, E.; ERDOGAN, M.F. The effect of improved periodontal health on metabolic control in type 2 diabetes mellitus. **J. Clin. Periodontol.** 32: 266-272. 2005.
- [11] KUMAZAWA, S.; BONVEHÍ, J.S.; TORRES, C.; MOK-RYEON, A.; BERMEJO, F.J. Chemical and functional characterisation of propolis collected from East Andalusia (southern Spain). **Phytochem. Anal.** 24 (6): 608-15. 2013.
- [12] LAPENNA, M.; MEDINA, G.; DÍAZ, L.; AGUILLÓN, K.; MARÍN, H. actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana. **Rev. Inst. Nac. Hig. Rafael Rangel.** 34 (1): 6-9. 2003.
- [13] LEVI, J.R.; BRODY, R.M.; MCKEE-COLE, K.; PRIBITKIN, E.; O'REILLY, R. Complementary and alternative medicine for pediatric otitis media. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.** 77 (6): 926-31. 2013.
- [14] LOW, S.B.; PEAK, R.M.; SMITHSON, C.W.; PERRONE, J.; GADDIS, B.; KONTOGIORGOS, E. Evaluation of a topical gel containing a novel combination of essential oils and antioxidants for reducing oral malodor in dogs. **Am. J. Vet. Res.** 75 (7): 653-7. 2014.

- [15] MARSHALL, M.D.; WALLIS, C.V.; MILELLA, L.; COLYER, A.; TWEEDIE, A.D.; HARRIS, S. A longitudinal assessment of periodontal disease in 52 Miniature Schnauzers. **BMC Vet. Res.** 10 (1):166. 2014.
- [16] MUMMOLO, S.; TIERI, M.; TECCO, S.; MATTEI, A.; ABANI, F.; GIUCA, M.; MARZO, G. Clinical evaluation of salivary indices and levels *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* in patients treated with Occlus Guide. **Europ. J. Paediat. Dent.** 15: 367-370. 2014.
- [17] PREMOLI, G.; LAGUADO, P.; DÍAZ, N.; ROMERO, C.; VILLARREAL, J.; GONZÁLEZ, A. Uso del propóleo en odontología. **A. Odont. Vziana.** 48 (2): 1-13. 2010.
- [18] RESTREPO, A.I.; VELASCO, S.C.; FRANCO, L. Evolution of Explanatory Models of Periodontal Disease Pathogenesis. **Rev. Estomat.** 17 (2): 52-59. 2009.
- [19] SCHMIDLIN, P.R.; ENGLISH, H.; DUNCAN, W.; BELIBASAKIS, G.N.; THUMHEER, T. Antibacterial potential of Manuka honey against three oral bacteria in vitro. **Swiss Dent. J.** 124 (9): 922-924. 2014.
- [20] STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS). SPSS Inc. Headquarters, 733 S. Wacker Drive, 11th floor. Chicago, USA. 2005.

The effect of Tibial Tuberosity Advancement on Patellar tendon force in Canine Stifle Joint under Caudal Femoral Drawer

Efecto del Avance de la Tuberosidad Tibial (ATT) sobre la fuerza del tendón Patelar en Articulación de Rodilla Canina bajo Fuerza Femoral Caudal

Elsa Pérez-Guindal*  and Marta Musté-Rodríguez 

Department of Strength of Materials and Engineering Structures, Universidad Politécnica de Cataluña (EPSEVG-UPC).
Barcelona, Spain. *Email: elsa.perez@upc.edu

ABSTRACT

The Tibial Tuberosity Advancement (TTA) surgical technique is used in veterinary surgery to limit cranial tibial translation during canine gait, lengthening the lever arm of the quadriceps in Anterior Cruciate Ligament-deficient (ACL-deficient) stifle joints. It is known that after TTA, the patellofemoral pressure decreases, but the Patellar Tendon (PT) behavior has not been observed experimentally yet. This study measures the PT force under caudal femoral drawer at knee flexion angles from 135° to 90° in intact and pathological knee to assess the effect of TTA on the tendon. Five fresh cadaveric adult canine stifle joints were tested in an apparatus in which muscle forces of the canine hind limb were simulated. Each knee was tested in three different conditions: intact, ACL-deficient and with TTA. PT force was measured using an electrical transducer. The greater the joint flexion angles, the greater the PT force. The knee average force of the five specimens in 90° flexion were 28.4 ± 3.2 Newtons (N) for the intact, 28.2 ± 3.4 N for the ACL-deficient and 24.9 ± 2 N for the TTA knee, which decreased compared to the healthy knee, so TTA generates a loosening of the PT force. The PT force showed a fast rate of change in the operated knee because of a shift in the pattern of knee flexion, so the biomechanics of the entire joint could be influenced by the TTA technique.

Key words: Tibial tuberosity advancement; patellar tendon; force; trauma; canine stifle joint

RESUMEN

La técnica quirúrgica de avance de la tuberosidad tibial (ATT) es usada en cirugía veterinaria para limitar la translación craneal de la tibia durante la marcha canina, alargando el brazo de palanca del cuádriceps, en articulaciones de rodilla con ligamento cruzado anterior (LCA) deficiente. Es conocido que después de la intervención de la ATT, la presión patelofemoral disminuye, pero el comportamiento del Tendón Patelar (TP) aún no ha sido observado bajo experimentación. Este estudio mide la fuerza del TP bajo una fuerza femoral caudal a unos ángulos de flexión de la rodilla de 135° a 90° en rodilla intacta y dañada para determinar el efecto de la ATT sobre el tendón. Cinco articulaciones de rodilla canina refrigeradas fueron ensayadas en un banco de ensayos, en el cual se simuló las fuerzas musculares de la extremidad trasera canina. Cada rodilla fue probada en tres condiciones: intacta, con LCA deficiente y con la ATT. La fuerza del TP se midió usando transductores eléctricos. A mayores ángulos de flexión, mayor fue la fuerza sobre el TP. Las fuerzas medias de las rodillas en los cinco especímenes en flexión de 90° fueron, 28,4 ± 3,2 Newtons (N) para la intacta, 28,2 ± 3,4 N para el LCA deficiente y 24,9 ± 2 N para la ATT, la cual disminuye comparada con la rodilla sana, lo que muestra que la TTA genera un aflojamiento en la fuerza del TP. La fuerza del TP tiene un porcentaje de cambio mayor en la rodilla con la ATT, debido a cambios en el comportamiento de flexión de la rodilla, por lo que la biomecánica de la articulación al completo podría estar influenciada por dicha técnica.

Palabras clave: Avance de la tuberosidad tibial; tendón patelar; fuerza; trauma; articulación canina

INTRODUCTION

Tibial tuberosity advancement (TTA) surgical technique is used successfully to repair the anterior cruciate ligament (ACL)-deficient stifle, one of the most common problem in orthopedics [3, 7]. Anterior displacement of the tibial tubercle was recommended in humans by Maquet to reduce pressure and pain in the patellofemoral (PF) joint in patients with osteoarthritis [10]. In veterinary surgery, the TTA is used to limit cranial tibial translation (CTT) during canine gait, lengthening the lever arm of the quadriceps in ACL-deficient stifle joints [12, 18]. There are several studies that support the theoretical foundations of TTA [1, 5, 9, 11], using *in vitro* models that measure the CTT.

A decrease in retropatellar pressure after TTA has recently been demonstrated experimentally in the dog (*canis lupus familiaris*) [4]. Another recent study evaluated the effects of TTA on the entire knee joint biomechanics by a finite element model [17]. It found that PF contact force increased with flexion and these contact force values were smaller with an advance of 2.5 centimetres (cm). The study also found that not only PF joint, but biomechanics of the femorotibial (FT) joint were significantly influenced by tibial tubercle elevation. Previous investigations focused on the effect of TTA on contact pressure at the PF and FT joint [8], but direct measurements on patellar tendon (PT) force have not been obtained experimentally in dogs.

The aim of this investigation was to measure the PT force under caudal femoral drawer at flexion angles from 135° to 90°, and determine the effect of TTA on PT structure and the possible effects on TF joint biomechanics. An unconstrained canine stifle joint was tested *in vitro* in three different conditions: intact knee, ACL-deficient knee and knee with TTA. PT force was measured using electrical extensometry. Based on previous literature, PF forces increase with the knee in flexion and the values decrease with TTA, so it was hypothesized that PT force behaves similarly. It was expected that the PT force increases with flexion and that the TTA repair technique for ACL-deficient knees reduces the PT force.

MATERIALS AND METHODS

Specimen preparation

Five fresh cadaveric right canine knees from adult dogs between 25 to 35 kilograms (kg) body weight were used for this study. The posterior extremity specimens were extracted preserving the femoral head, while the tibia was sectioned at its distal third. All muscular structures were excluded, and the extremities were deep-frozen at -30 °C immediately afterwards. Initial position of the knee was at an extension angle of 135°, when CTT occurs during canine gait [2, 6, 15]. Muscle forces of the canine hind limb in this position were simulated in accordance with a mathematical model [16]. Since the trials were performed on specimens free of muscles and tissues, a reduction factor was applied.

A variable force spring attached to the proximal end of the femur and the top of the patella was used to play the role of the extensor muscles (FIGS. 1 and 2). The spring was pre-stressed with a force corresponding to 48 % of the dog's weight. To recreate the flexor muscles, mostly attached to the Achilles calcaneus tendon, it was used a constant weight provided by thin plastic cords that were anchored to the supracondylar tuberosities of the femur with two 3.5 millimeters (mm) threaded screws. The cords ran parallel to

the tibia towards the heel and passed through a pulley system. The recreated muscle was the Gastrocnemius, the bulkier muscle with its lateral and medial heads, contributing 29.09 % of the specimen's weight (FIG. 1).

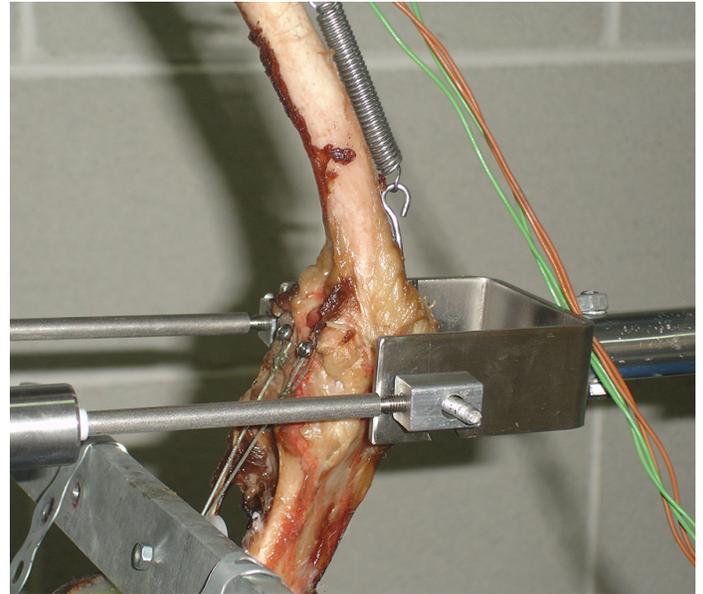


FIGURE 1. Testing bench with specimen and musculature simulators subjected to the caudal femoral force system at a flexion angle

Material-testing machine measurements

The knee specimens were fixed to an apparatus designed and constructed in the laboratory. The distal end of the tibia-fibula of each specimen was introduced in a container with a high mechanical strength composite to ensure their embedding. The tibia was bent 30 degrees forward to simulate its position during canine gait. The container with the tibia was placed on the testing bench mounting plate with four M6 screws (FIG. 2). In order to produce the caudal femoral drawer, the distal end of the femur was perforated using an M5 threaded rod at the top height of the condyles, and a metal bar was inserted through the holes. A 3-mm steel sheet adaptor was fixed on the metal bar to which the force sensor was connected. The sensor, in turn, was connected to a horizontal force applicator metal wire through a pulley (FIG. 1). The spring force simulating the extensor muscles held the limb in extension. The upper stop limited the angle of the limb to 135 degrees. The joint was left free for the rest of the knee movements, so when the shear force was applied the knee flexed from the 135° to 90°.

Measuring systems

The devices measuring tibiofemoral shear force and PT force were force sensors based on electromechanical transducers, formed by a tension load cell. The device which measure PT was fixed between the spring and the patella (FIG. 2), so it measured the quadriceps tendon (QT) force. Using a correlation factor, the QT

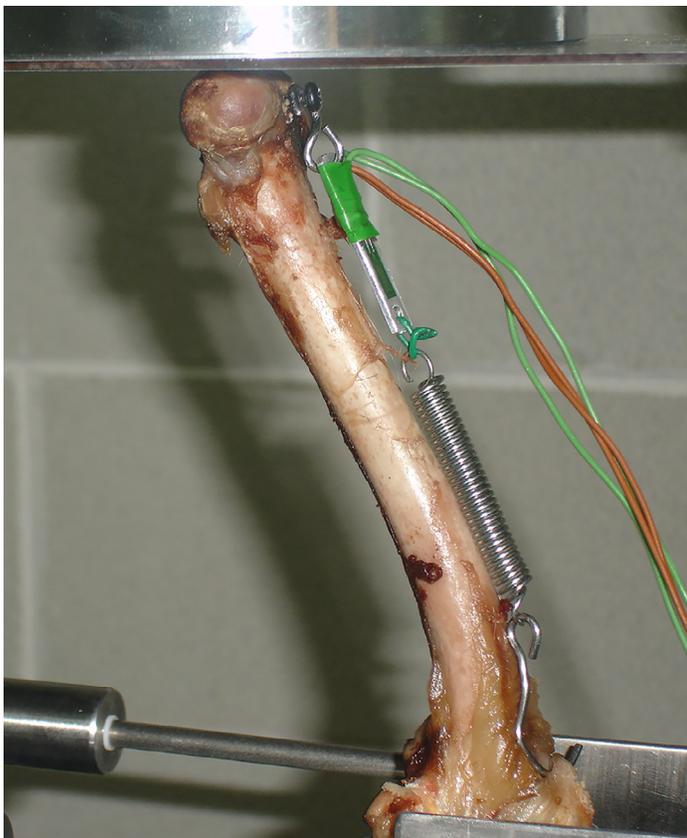


FIGURE 2. Quadriceps tendon force measuring transducer

force was transformed into PT force. Nisell [14] observed that the behavior of both tendons was similar, and that the patellar tendon was 25 - 30 % thinner and narrower than the quadriceps tendon. The forces in these tendons at knee angles from 120° to 60° flexion had a relation (PT/QT) of about 0.70 - 0.80 [14]. For canine knees a relation force of QT/PT = 1.2 was applied, considering that the cross section area between both tendons is less different than in humans.

Transducer

The electrical data were captured and processed by the hardware, which included a multiplexer and a data acquisition card. The multiplexer captured the analogue inputs from all the measuring devices in reading channels. The data acquisition card, converted the analogue data into digital data in the PC. Finally, the data were managed by a software designed using the Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (LabView) Management Program. This program was responsible for the reading management of all channels on the acquisition card, and for displaying and saving all the generated data in files.

Testing protocol

The first experiment was performed with the intact stifle joint. The specimen was placed on the testing bench and fixed at an angle of 135°. A tangential force was applied of up to 200 Newtons (N). The knee flexed up to a 90° position, which was measured with a goniometer. The shear and PT force were registered during flexion.

Later, the ACL was sectioned and the trial was repeated with the same knee. The third experiment was performed after applying the TTA technique with surgical instruments in the laboratory. An advance of 9.0 mm was applied to all specimens, as described in the TTA technique by Montavon and his colleagues [13]. A device for advancing the tibial tuberosity made of a 316LVM alloy of stainless steel plate of 1 mm thick was used.

Variable issues

When the caudal femoral force was applied, the knee flexed from 135° to 90° flexion angles. Since the trial was aimed to assess the PT behavior under CTT during flexion, the knee was left free for this movement. But only the first and the last angle positions, which could be matched with the PT force value, were measured. The rest of the angles within the range didn't have a force exact value assigned.

Statistics

A one way analysis of variance ANOVA with five specimens was used to compare changes in PT force between intact, ACL-deficient knee and TTA surgery. The confidence limits were 95 per cent. A P value of 0.15 was obtained, so no statistical significant difference between the three groups was observed. This happened because there were no differences between intact and ACL-deficient knees. Thus, another analysis between intact and TTA knees was carried out. A P value of 0.07 was obtained and, therefore, the conclusion was that the values depended more on whether the knee was intact or repaired with TTA.

RESULTS AND DISCUSSION

Patellar tendon forces were measured using a tension load cell. A transducer that measured the spring force which simulated the quadriceps muscle. Because of the high sensitivity of the electromechanical transducers, large amounts of data per second were gathered and highly accurate curves were developed. One of the disadvantages of strain gauges was their sensitivity to temperature and moisture, so the trials were performed under controlled environmental conditions.

Figures from 3 to 7 show the relationship between shear and PT force in each specimen. TABLE I shows the PT force values at 90 degrees angle flexion, when the values were maximum and stabilized. The TABLE I also shows the deviation of ACL-deficient and TTA over the intact knee.

PT behavior tests under cranial shear force showed the same behavior. PT force increased with joint flexion angles from 135° to 90°. The first value in all the specimens of 12.3 N was the pre-tension in the muscle simulator spring.

The average PT forces of the five specimens in 90° flexion were 28.4 ± 3.2 N for the intact, 28.2 ± 3.4 N for the ACL-deficient knee and 24.9 ± 2 N for the TTA knee (TABLE 1).

The PT force values at 90° in the intact and ACL-deficient knee were very similar. ACL-deficient knee was slightly lower than the intact knee, except knee number 5, which only increased by 7.2 %. But the values for the TTA knee decreased by approximately 20 % compared to the healthy knee for specimens 1, 2 and 3. Only knee No. 4 was slightly higher than the intact knee by 6.2 %. So TTA tend to diminish the patellar tendon strain. It was also observed

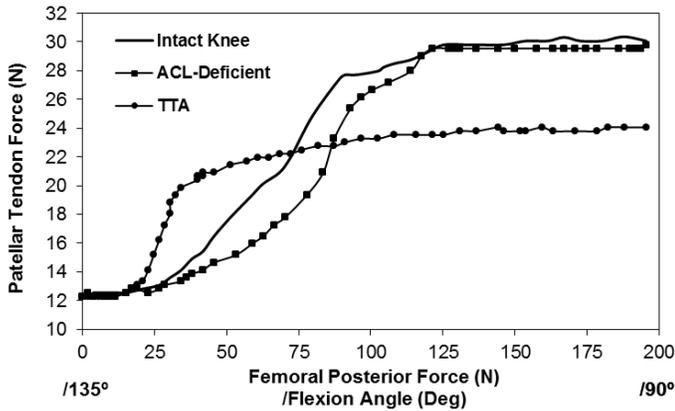


FIGURE 3. Patellar tendon vs. Femoral force (Newtons) curve in the intact, Anterior Cruciate Ligament - Deficient and Tibial Tuberosity Advancement knee from 135° to 90° flexion angles on knee 1

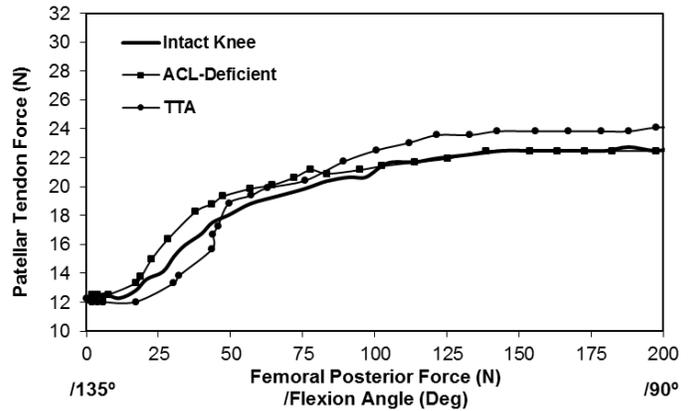


FIGURE 6. Patellar tendon vs. Femoral force (Newtons) curve in the intact, Anterior Cruciate Ligament - Deficient and Tibial Tuberosity Advancement knee from 135° to 90° flexion angles on knee 4

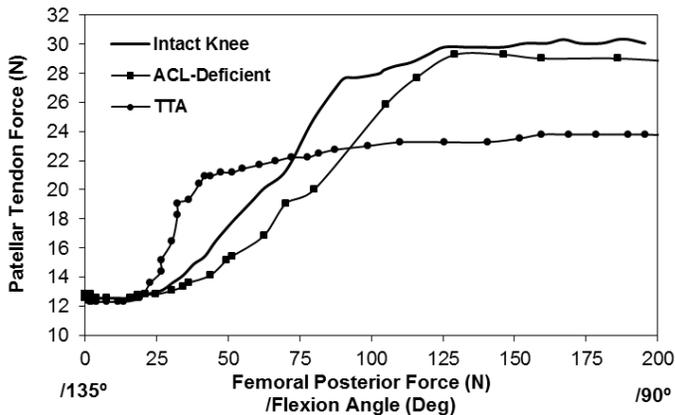


FIGURE 4. Patellar tendon vs. Femoral force (Newtons) curve in the intact, Anterior Cruciate Ligament - Deficient and Tibial Tuberosity Advancement knee from 135° to 90° flexion angles on knee 2

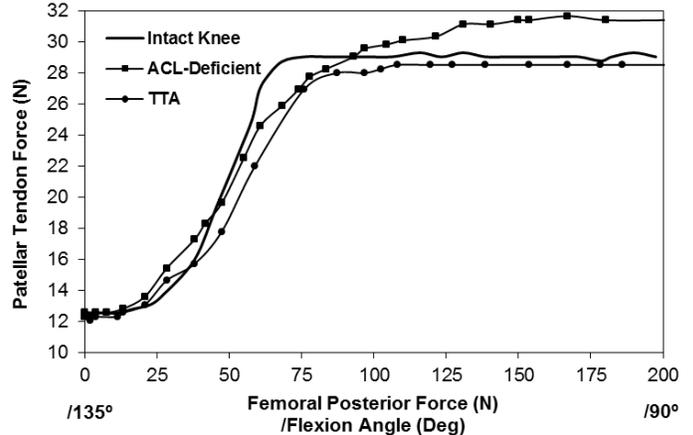


FIGURE 7. Patellar tendon vs. Femoral force (Newtons) curve in the intact, Anterior Cruciate Ligament - Deficient and Tibial Tuberosity Advancement knee from 135° to 90° flexion angles on knee 5

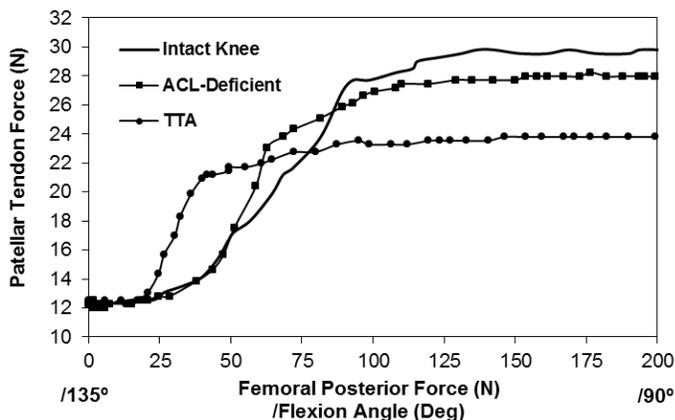


FIGURE 5. Patellar tendon vs. Femoral force (Newtons) curve in the intact, Anterior Cruciate Ligament - Deficient and Tibial Tuberosity Advancement knee from 135° to 90° flexion angles on knee 3

that the PT force increased faster in the TTA knee, so the pattern of knee flexion changed.

The purpose of the present study was to measure the PT force under caudal femoral force at joint angles of 135° to 90° degrees, and determine the effect of TTA on PT structure. Canine stifle joints were tested *in vitro* under muscle loads in different conditions: intact, ACL-deficient and TTA knees. Based on previous literature, it's expected that PT force increases with the knee in flexion, and that the TTA repair technique for ACL-deficient knees reduces the PT force during flexion.

One of the drawbacks of the study is that experimental models have large limitations to simulate actual conditions within the joint, and shear forces applied on the knee were of great magnitude. This is a reason why absolute measures may deviate from reality. But the comparison between specimens gives real results about PT behavior in the intact and pathological knee. On the other hand, there is a lack of PT force direct measurements in dogs. However,

TABLE I
Data on Patellar tendon force (Newtons) in cadaver knees (n = 5) at 90° flexion angle. ANOVA analysis

	Intact Knee	Deviation relative to intact knee			
		ACL-def.	TTA	ACL-def. (%)	TTA (%)
knee 1	30.3	29.8	24.0	-1.7	-20.8
knee 2	30.1	29.0	24.0	-3.7	-20.3
knee 3	29.8	28.2	24.0	-5.4	-19.5
knee 4	22.7	22.5	24.1	-0.9	6.2
knee 5	29.3	31.4	28.5	7.2	-2.7
Mean	28.4	28.2	24.9		
Standard Deviation	3.2	3.4	2.0		
Intact – ACL-def. – TTA knee		P = 0.15 ; R ² = 27.06 %			
Intact – TTA knee		P = 0.07 ; R ² = 34.9 %			

ACL: Anterior Cruciate Ligament-deficient; TTA: Tibial Tuberosity Advancement

Nisell measured it in humans during the parallel squat. The QT force value at 90° for males was 39 N [15]. The maximum QT force obtained in this study (without applying the reduction factor) is 36.4 N in the intact knee 1.

PT force increased under shear forces and with joint flexion angles from 135° to 90° in all specimens. Nisell observed that the PT force increased with flexion too from 120° to 60° joint angles, but especially the QT force, from 150° to 90° flexion angles [15]. When flexion occurs, the lever arm of the PT diminishes, so the muscle has to transfer greater forces to the tendons to maintain the same knee moment. This lever arm reduction was observed in a 3D finite element model of the entire knee joint [17]. They investigated the effect of 1.25-cm and 2.5-cm tubercle elevations under quadriceps and hamstrings loads at joint angles up to 90°. They found that the lever arm diminished while PF contact forces increased with the flexion angles.

The PT force in the ACL-deficient knee is slightly lower than in the intact knee in all specimens except No. 5, where it increases by 7.2 %. So the ACL-deficient knee doesn't affect the PT force.

In the TTA knee the PT force diminishes in all specimens by about 20 % compared to the intact knee, except in No. 4, in which it only increases by 6.2 %. According to Maquet [10] advancement of the tibial tuberosity decreases quadriceps activation. This could be explained because the lever arm increases with the advancement of the tibial tubercle, so if the moment increases, the PT force will decrease to maintain the same knee joint moment. Shirazi-Adl and Mesfar [17] with their finite model observed the same, the lever arm increased slightly with the tuberosity advancement.

On the other hand, the curves show that the TTA knee behavior is unstable. The PT force is gradually increased in the intact and ACL-deficient knees, but the operated knee undergoes a shift at baseline in specimens 1, 2 and 3. It seems that the TTA knee flexes faster than the intact knee. This could be explained because TTA surgery changes the relative contact point between femur and tibia. This could make flexion—which occurs naturally in the

trials—, occur faster. The drawer between the advanced portion of the tuberosity and the tibia tends to displace the latter in the caudal direction. This could imply a change in the relative position between the joint surfaces, so the tibio-femoral contact point would move anteriorly on the tibial plateau. Due to the tibial plateau sloping in caudal direction, a greater rolling motion between the surfaces could occur. Nisell found that the tibio-femoral contact point moved caudally on the tibial plateau when the knee was flexed [14]. This would have consequences in the normal knee kinematic patterns. In fact, Shirazi and Mesfar found that biomechanics of the tibiofemoral joint were significantly influenced by tibial tubercle elevation. The caudal cruciate ligament and tibiofemoral contact forces at larger flexion angles considerably increased [17].

CONCLUSIONS

From the experimental results it follows that PT force increases under femoral caudal force from 135° to 90° flexion angles, and that the force diminishes in canine stifle joints with TTA under muscle loads. The PT force in three out of five knees with TTA decreased by 20 % *versus* the intact knee, and other knees had similar values to the intact. The current study suggests that the TTA technique for repairing canine ACL-deficient knees generates a loosening of the PT force.

A shift in the normal knee kinematic patterns has been observed in the TTA knee. The PT force increases faster in the operated knee because of a shift in the pattern of knee flexion. It is possible that the contact point between the joint surfaces would move anteriorly on the tibial plateau after the surgery. As a result, the biomechanics of the entire knee could be influenced by a technique applied in only a portion of it. Current results further emphasize the need for an integral view of the entire joint in management of disorders, and long-term follow-up clinical studies are needed.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- [1] APELT, D; KOWALESKI, MP; BOUDRIEU, R.J. Effect of tibial tuberosity advancement on cranial tibial subluxation in canine cranial cruciate-deficient stifle joints: an *in vitro* experimental study. **Vet. Surg.** 36: 170-7. 2007.
- [2] DECAMP, CE; SOUTASLITTLE, RW; HAUPTMAN, J; OLIVIER, B; BRADEN, T; WALTON, A. Kinematic Gait Analysis of the Trot in Healthy Greyhounds. **Am. J. Vet. Res.** 54: 627-34. 1993.
- [3] HAYASHI, K; MANLEY, PA; MUIR, P. Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: A review. **J. Am. Anim. Hosp. Asso.** 40: 385-90. 2004
- [4] HOFFMANN, DE; KOWALESKI, MP; JOHNSON, KA; EVANS, RB. *In vitro* biomechanical evaluation of the canine CrCL deficient stifle with varying angles of stifle joint flexion and axial loads after TTA. **Proceedings 18th Annual Scientific Meeting of the European College of Veterinary Surgeons.** Nantes, July 2-4, France. Pp 557-559. 2009
- [5] HOFFMANN, DE; KOWALESKI, MP; JOHNSON, KA; EVANS, RB; BOUDRIEU, R.J. *Ex Vivo* Biomechanical Evaluation of the Canine Cranial Cruciate Ligament-Deficient Stifle with Varying Angles of Stifle Joint Flexion and Axial loads after Tibial Tuberosity Advancement. **Vet. Surg.** 40: 311-20. 2011.
- [6] HOTTINGER, HA; DECAMP, CE; OLIVIER, NB; HAUPTMAN, JG; SOUTASLITTLE, RW. Noninvasive kinematic analysis of the walk in healthy large-breed dogs. **Am. J. Vet. Res.** 57: 381-388. 1996.
- [7] JERRAM, RM; WALKER, AM. Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. **N. Z. Vet. J.** 51: 149-158. 2003.
- [8] KIM, SE; POZZI, A; BANKS, SA; CONRAD, BP; LEWIS, DD. Effect of Tibial Tuberosity Advancement on Femorotibial Contact Mechanics and Stifle Kinematics. **Vet. Surg.** 38: 33-39. 2009.
- [9] KIPFER, NM; TEPIC, S; DAMUR, DM; GUERRERO, I; HAESSIG, M; MONTAVON, PM. Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial shear in cranial cruciate-deficient stifles an *in vitro* study. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol.** 21: 385-390. 2008.
- [10] MAQUET, P. Advancement of Tibial Tuberosity. **Clin. Orthop. Relat. Res.** 115: 225-230. 1976.
- [11] MILLER, JM; SHIRES, PK; LANZ, OI; MARTIN, RA; GRANT, JW. Effect of 9 mm tibial tuberosity advancement on cranial tibial translation in the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle. **Vet. Surg.** 36: 335-340. 2007.
- [12] MONTAVON, PM; DAMUR, DM; TEPIC, S. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. **Proceedings 1st World Orthopaedic Veterinary Congress.** Munich, 09/5-8, Germany. Pp 152. 2002.
- [13] MONTAVON, PM; DAMUR, DM; TEPIC, S. Tibial tuberosity advancement (TTA) for the treatment of cranial cruciate disease in dogs, evidences, technique and initial clinical results. **Proceedings 12th ESVOT Congress.** Munich, 09/10-12, Germany. Pp 254-255. 2004.
- [14] NISELL, R. Mechanics of the Knee – a Study of Joint and Muscle Load with Clinical-Applications. **Acta. Orthop. Scand.** 56: 1-42. 1985.
- [15] SCHAEFER, SL; DECAMP, CE; HAUPTMAN, JG; WALTON, A. Kinematic gait analysis of hind limb symmetry in dogs at the trot. **Am. J. Vet. Res.** 59: 680-685. 1998.
- [16] SHAHAR, R; BANKS-SILLS, L. A quasi-static three-dimensional, mathematical, three-body segment model of the canine knee. **J. Biomech.** 37: 1849-1859. 2004.
- [17] SHIRAZI-ADL, A; MESFAR, W. Effect of tibial tubercle elevation on biomechanics of the entire knee joint under muscle loads. **Clin. Biomech.** 22: 344-351. 2007.
- [18] TEPIC, S; DAMUR, DM; MONTAVON, PM. Biomechanics of the stifle joint. **Proceedings 1st World Orthopaedic Veterinary Congress.** Munich, 09/5-8, Germany. Pp 189-190. 2002.

DetECCIÓN DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA Y FACTORES ASOCIADOS, EN FINCAS LECHERAS DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR – BIBLIÁN, ECUADOR

Detection of Subclinic Bovine Mastitis and associated factors, in dairy farms of the Province of Cañar – Biblián, Ecuador

Mercy Cuenca-Condoy^{1,2} , Dionel García-Bracho¹ , Lourdes Reinoso-García³ , Juan González-Rojas³  y José Torracchi-Carrasco³ 

¹Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo, Venezuela. ²Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Medicina Veterinaria. Cuenca, Ecuador. ³Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT), Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Correo electrónico: mccuencac@ucacue.edu.ec

RESUMEN

El objetivo del estudio fue detectar la presencia de Mastitis Subclínica Bovina (MSB) y factores asociados a la enfermedad, en 23 fincas lecheras de la provincia del Cañar, parroquia Biblián, Ecuador, que se encuentran conformadas por rangos de 5 a 29 vacas en producción lechera; se evaluaron 360 vacas (1.440 cuartos mamarios), de las cuales se tomaron muestras de leche y se realizó la prueba de campo California Mastitis Test (CMT) verificando la categoría de mastitis subclínica (MS). Las muestras de leche positivas a CMT fueron recolectadas en frascos estériles por duplicado y transportadas al laboratorio conservando la cadena de frío para realizar el conteo de células somáticas (CCS). Los factores asociados a MS fueron tipo de ordeño y prácticas de manejo. Los resultados determinaron una prevalencia de 9,1 % de MSB en la zona de estudio y de 56,5 % a nivel de hatos ganaderos. En cuanto a factores asociados se encontró que el ordeño mecánico y la aplicación de algunas prácticas, como el secado de los pezones con toalla no individual, incrementa el riesgo en las vacas de padecer la enfermedad. Se concluye que la prevalencia de MSB a nivel de hatos ganaderos es alta y que el secado de pezones con toalla colectiva incrementa el riesgo de padecer la enfermedad.

Palabras clave: Mastitis; prácticas de manejo; factores de riesgo

ABSTRACT

The objective of the study was to detect the presence of Subclinical Bovine Mastitis (SBM) and factors associated with the disease in 23 dairy farms in the Province of Cañar, Biblián Parish, Ecuador, comprised by a range of 5 to 29 cows in milk production; the samples were taken from 360 cows (1,440 mammary quarters) and the California Mastitis Test (CMT) was performed to verify the category of subclinical mastitis (SCM). The CMT-positive milk samples were collected in sterile bottles in duplicate and transported to the laboratory preserving the cold chain for somatic cell count (SCC). Factors associated with Subclinical Bovine Mastitis (SBM) were milking type and management practices. The results determined a prevalence of 9.1 % of SBM in the study area and 56.5 % at the herd level. In terms of associated factors, it was found that mechanical milking and the application of some practices, such as drying teats with a non-individual towel, increase the risk of cows suffering from the disease. It is concluded that the prevalence of MSB at the herd level is high and that teat drying with a collective towel increases the risk of having the disease.

Key words: Mastitis; prevalence; risk factors

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, dentro del ámbito ganadero predomina la cría de vacunos, con un total de 4,3 millones (Mill) de cabezas a nivel nacional, alcanzando en el 2019 una producción de 6,65 Mill litros·día⁻¹ (L·d⁻¹) de leche, aportando la región Sierra con 5,16 Mill de L·d⁻¹ [15], dentro de la cual la provincia del Cañar ubicada al sur, ocupa un importante lugar en la producción láctea, con un aporte promedio de 450.000 L·d⁻¹, lo que representa el 6,76 % de la producción nacional [16]. En este contexto, la ganadería bovina (*Bos taurus*) de producción lechera, es sin duda, uno de los sectores más importantes de la economía nacional, por la generación de empleo [27] y por su aporte del 13,41 % al Producto Interno Bruto (PIB) Agrícola y del 1,3 % al PIB Nacional [32].

El inicio de la ganadería lechera en Ecuador data desde hace 500 años (a); sin embargo, en el siglo XX hubo un avance significativo y progresivo que se mantiene hasta la actualidad [10]; no obstante, esta actividad está amenazada por factores como: el precio bajo de la leche, escasa presencia de programas de fomento ganadero [14], alta prevalencia de mastitis a nivel de finca [4], resistencia de los microorganismos a los antibióticos, entre ellos *Staphylococcus aureus* con el 65,63 % de resistencia a la Penicilina y *Streptococcus agalactiae* con el 56 % a Penicilina y Cefalexina y el 52 % a Cefalotina [33] entre otros.

Esta enfermedad es la más frecuente en sistemas de producción lechera [3], es un factor importante para el incremento del costo en la cría de ganado lechero [4], con gran impacto económico a nivel mundial, regional y local [21], existen factores que predisponen a los animales a sufrir la enfermedad entre ellos: raza, etapa de lactancia y prácticas de manejo [31]; de acuerdo a la visibilidad de signos clínicos se clasifica a la enfermedad en mastitis clínica o Mastitis Subclínica Bovina (MSB) [6, 26]. La forma de MSB causa mayores pérdidas económicas al provocar reducción en la producción y la calidad de la leche de los cuartos afectados sin poder ser detectada a tiempo [25], costos por tratamiento y sacrificio temprano de hembras lecheras con alto potencial genético, pérdidas durante el primer tercio de gestación tras desencadenar la liberación de mediadores inflamatorios como la prostaglandina, ocasionando lisis del cuerpo lúteo y consecuentemente pérdida de la gestación [22]; finalmente la enfermedad causa problemas en salud pública, sobre todo por el consumo de leche no pasteurizada [24].

Un estudio realizado por Bonifaz y Colango, en dos etapas y con intervalos de cuatro meses, en 42 fincas lecheras en Cayambe, Quito-Ecuador, reportó una prevalencia del 64 % para la primera etapa y del 66 % en la segunda etapa de investigación, y una incidencia del 70 % de Mastitis Bovina (MB) [5] y como microorganismos en la presencia de esta patología se incluye a especies de *Staphylococcus*, *Streptococcus* y bacterias Gram-negativas como: *Klebsiella* y coliformes, y como factores predisponentes se señala la falta de higiene en el proceso de ordeño, fallas en el equipo de ordeño y escaso uso de selladores [21]. En relación a lo anterior y por la importancia que tiene el tema, el presente estudio tuvo como objetivo detectar la presencia de MSB y factores asociados a la enfermedad en el cantón Biblián, provincia del Cañar-Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el cantón Biblián (Cañar – Ecuador), ubicado a una altura promedio de 2.608 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre los 2 y 14° C y una pluviosidad anual con rangos de 750 a 1000 milímetros·a⁻¹.

En el estudio se emplearon un total de 1.440 cuartos mamarios, pertenecientes a 360 hembras (*bovinas*) en producción de leche entre el primer y quinto mes de lactancia y con 2 a 3 partos; la raza predominante en dicho estudio fue la Holstein Friesian y sus cruces, provenientes de 23 fincas del cantón Biblián, teniendo como principal recurso forrajero una mezcla entre *Lolium perenne* y *Lolium multiflorum* (ray - grass), *Poa pratensis* (pasto azul), *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* (trébol). De las 23 fincas estudiadas, 11 manejan ordeño mecánico (OMec) y las 12 restantes fincas con ordeño manual (OMan), y practican dos ordeños·d⁻¹ en horarios de cuatro de la mañana y cuatro de la tarde.

La toma de muestras de leche se realizó tras la limpieza con agua destilada tipo I, desinfección con alcohol etílico de 70 grados y secado de los pezones con toallas de papel; eliminando los primeros chorros de leche y empleando la paleta para el test de Mastitis California (CMT) se recolectó 2 mililitros (mL) de leche por cada cuarto mamario y se adicionó 2 mL de reactivo de CMT, la mezcla se distribuyó de forma homogénea realizando movimientos circulares por 10 segundos (seg) [19]. La clasificación de la reacción creada entre el alkil-aril sulfonato de sodio y la cantidad de células somáticas (CS) presentes en la leche (gelificación), se realizó de acuerdo al método descrito por Smith en 1990, citado por Bedolla y col. [3], que arrojó su resultado cualitativo para cada cuarto. El conteo de células somáticas (CCS) se realizó empleando el analizador de CS Ekomilk Scan, marca Ekomilk, modelo Ultra Pro, serial: SN S00802306, Bulgaria, el recuento se realizó mediante un método recomendado por la norma NTE INEN 1529-5, Ecuador. La categorización de la escala de riesgo de infección se realizó de la siguiente manera: (+) 200.000 a 800.000 CS·mL⁻¹·vacas⁻¹ con bajo riesgo, y (++) 801.00 a 1.500.000 CS·mL⁻¹·animales de alto riesgo (++); puesto que la norma INEN de Ecuador acepta en leche cruda de vaca, un CCS de 7,0 * 10⁵ unidades formadoras de células [17].

Análisis estadístico

Se realizó un estudio observacional descriptivo, no probabilístico de conveniencia y corte transversal para determinar la prevalencia de MS en vacas de bajo y alto riesgo y su relación con ciertos factores asociados a la enfermedad: tipo de ordeño (mecánico o manual), aplicaciones de buenas prácticas antes y después del ordeño (lavado de ubre, secado individual y sellado de cuartos mamarios). La información fue organizada en tablas de contingencia y analizada mediante estadística descriptiva y una prueba de Ji-cuadrado para medir el grado de asociación entre las variables estudiadas.

El análisis y razón de prevalencia, *odds ratio*, valor P de la infección a nivel de cuartos mamarios se analizó a través del programa para análisis epidemiológico de datos EPIDAT versión 3.1 [34]; mientras que el cálculo de prevalencia de MS se determinó según la fórmula descrita por Rodríguez [26].

$$\text{Prevalencia} = \left(\frac{\text{Número de vacas positivas}}{\text{Número de vacas muestreadas}} \right) \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de resultados determinó 33 vacas que resultaron positivas a MSB, lo que determina una prevalencia de 9,1 % (33/360), a nivel de cuartos mamarios del 4,03 % (58/1440) y en fincas del 56,5 % (13/23). Los datos de prevalencia de MSB por cuartos mamarios son menores a los reportados por Bonifaz y Conlago [5], quienes señalan en su estudio, que el 64 % de los cuartos mamarios evaluados estaban afectados con algún grado de mastitis, en vacas ubicadas en ganaderías de Cayambe, Pichincha-Ecuador. La prevalencia de MSB en las lecherías del sur de Ecuador según datos reportados por Murillo y col. [23] fue mayor en ganaderías medianas y menor en sistemas de producción de grandes y pequeños productores, encontrando que las actividades de pre y post ordeño influyeron negativamente en la presencia de MSB en las ganaderías, pequeñas, medianas y grandes de la provincia del Azuay.

Datos de prevalencia de MS en ganaderías lecheras de Colombia, [2, 6, 7, 29] señalan el 3,25 % en vacas lactantes, el 34,4 y el 11,3 % a nivel de cuartos mamarios positivos a CMT y el 43,4 % en vacas, respectivamente, estos datos reflejan menor prevalencia a nivel de vacas y mayor en cuartos mamarios que los reportados en el presente estudio. En investigaciones realizadas en ganaderías de Perú se reportaron prevalencias de 72,3 % en vacas y del 48,7 % en cuartos mamarios considerando trazas como positivos [13]; mientras que Alvarado y col. [1] indicaron un porcentaje de prevalencia de 51 % utilizando CMT y del 52 % con el Test DCC (DeLaval Direct Cell Counter), los datos reportados superan el porcentaje de prevalencia de mastitis presente en vacas y cuartos mamarios registrados en Biblián, Ecuador. En Venezuela, en ganaderías productoras de leche, Ferraro y col. [11] y Castillo y col. [9] reportaron el 30,18 y 35,2 %, según corresponde, siendo similar el porcentaje de prevalencia registrado en el presente estudio; sin

embargo, difieren de los reportados en ganaderías lecheras de Cuba, García y col. [12] quienes reportan una prevalencia del 60 % a nivel de rebaños durante los meses de abril y mayo.

Por otra parte, se clasificó a los cuartos mamarios de acuerdo al CCS, y se estableció parámetros de 200.000 - 800.000 (+) como cuartos de bajo riesgo y de 801.000 - 1.500.000 (++) de alto riesgo, registrando 22 cuartos (+) y 36 cuartos (++) , lo que representa un 1,53 % (22/1.440) y 2,5 % (36/1440) de prevalencia, respectivamente.

La prevalencia de MS en cuartos de bajo riesgo (+) con ordeño mecánico (OMec) fue de 2,87 % (20/696), mientras que con ordeño manual (OMan) de 0,27 % (2/744). La aplicación de algunas prácticas de ordeño (lavado de ubre, secado y sellado de pezones) exhibieron prevalencias mayores; quizá, el resultado encontrado en este estudio, sea consecuencia de un mal manejo en lo que respecta al secado de la ubre, puesto que en la mayoría de sistemas con OMec no utilizan toalla individual para este fin. La razón de prevalencia dentro de las variables analizadas determinó que existe asociación entre el tipo de ordeño (10,69 %) [1,0; 2,0] y el secado individual (9 %) [0,25; 4,26] con la presencia de la enfermedad. El estudio de *odds ratio* obtenido para el tipo de ordeño (10,98) [7,46; 10,19] y secado de la ubre (9,17) indica un factor de riesgo para sufrir MS; mientras que el lavado (0,194) y sellado de pezones (0,255) son factores de prevención, encontrando diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de las variables analizadas, considerando que valores de OR mayores a 1 son factores de riesgo y valores menor a 1 se consideran como factores de protección, frente a la presentación de una enfermedad [18], TABLA I.

En cuartos mamarios de alto riesgo, la prevalencia fue de 3,01 % (21/696) en OMec y 2,02 % (15/744) en OMan; mientras que con la aplicación de prácticas de manejo (lavado de ubre, secado individual y sellado de pezones) la prevalencia de MSB en cuartos de alto riesgo tiende a ser menor, registrando valores de 2,3; 0,7 y 2,0 %, respectivamente. Las razones de prevalencia

TABLA I
Prevalencia y factores asociados en mastitis subclínica bovina de bajo riesgo (+)

Variable	Referencia	Mastitis Subclínica					
		Prevalencia %	Razón de prevalencia IC (95%)	Prevalencia de exposición IC (95%)	Razón de prevalencia de exposición IC (95%)	Valor P	Odds Ratio IC (95%)
Ordeño	Mecánico	2,87	10,69	Enfermos (91)	1,9	0,0001	10,98
	Manual	0,27		No enfermos (48)			
Lavado de ubre	No	0,41	0,2	Enfermos (9)	0,27	0,0141	0,194
	Si	2,1		No enfermos (34)			
Secado individual	No	2,1	9	Enfermos (95)	1,37	0,0087	9,1702
	Si	0,2		No enfermos (70)			
Uso de sellado	NO	0,6	0,26	Enfermos (18)	0,39	0,0081	0,255
	SI	2,3		No enfermos (47)			

encontradas en cuartos de alto riesgo determinaron asociación entre el secado de la ubre y la prevalencia de mastitis (4,7 %) [0,23; 1,83]. Los valores encontrados en el estudio de *odds ratio* refieren que todas las variables (tipo de ordeño, lavado de ubre, secado y sellado de pezones) representan un factor de riesgo a sufrir la enfermedad, siendo mayor para el secado (4,84) [4,15; 7,27], cuando no se lo realiza con toalla individual para cada animal, encontrando diferencia significativa ($P = 0,0041$) dentro de esta variable, TABLA II.

En este estudio se determinó, que existe asociación entre el tipo de ordeño y la presencia de MS en cuartos de alto y bajo riesgo, siendo mayor en sistemas lecheros con OMec que con OMan; los datos coinciden con los reportados por Ruiz y col. [28], quienes indican que los rebaños ordeñados mecánicamente tuvieron mayor prevalencia de MS, señalando datos de prevalencia con CMT de 39,3 y 54,8 % y con CCS de 33,4 y 49,4 % para OMan y OMec, respectivamente; así mismo, los datos fueron corroborados por Calvino y Tirante [8] quienes refieren que de un total de 6.420 cuartos mamarios que fueron ordeñados de forma mecánica OMec, el 53 % resultó positivo a MS, y de 1.580 cuartos mamarios ordeñados de forma manual OMan el 35,2 % presentó la enfermedad en su forma subclínica.

Por otra parte, en esta investigación se encontró que el OMec incrementa el riesgo de padecer la enfermedad, quizá porque el equipo y sistema de ordeño no se ejecutan correctamente; a esto se añade que el secado de pezones en fincas con OMec no lo realizan con toalla individual, lo que podría dar lugar a incrementar la presencia de MSB; los datos coinciden con los reportados por Mendoza y col. [20], quienes señalan que la ausencia de prácticas de manejo incrementa el riesgo de las vacas a padecer la enfermedad e incrementar los valores de prevalencia; por su parte Santivañez y col. [30] registraron en su estudio, un *odds ratio* de 2,1 para la ausencia de la higiene de manos antes del ordeño, determinando un riesgo a padecer la enfermedad de 2,1 veces más en sistemas lecheros donde no se realiza esta actividad.

CONCLUSIÓN

La prevalencia de MSB encontrada en la provincia de Cañar, cantón Biblián-Ecuador fue de 9,1 % en vacas, 4,03 % en cuartos mamarios y 56,5 % en fincas lecheras y como factores asociados a MSB se determinó que el OMec y el secado de pezones con toalla colectiva en vacas lecheras, incrementan el riesgo de padecer la enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Ganadería del Cañar y al Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Nazón, cantón Biblián por el apoyo brindado con la organización de los productores durante el desarrollo de la fase de muestreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALVARADO, W.; GONZÁLEZ, J.; QUILCATE, C.; SAUCEDO, J.; BARDALES, J. Factores de prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras del distrito de Florida, Región Amazonas, Perú. **Rev. Inv. Vet. Perú.** 30(2): 923-931. 2019.
- [2] ANDRADE, R.; CARO, Z.; DALLOS, A. Prevalencia de mastitis subclínica bovina y su etiología infecciosa en fincas lecheras del Altiplano Boyacense (Colombia). **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXIV(4): 305-310. 2014.
- [3] BEDOLLA, C.; CASTAÑEDA, V. Métodos de detección de mastitis bovina. **REDVET.** VIII(9): 1-17. 2007.
- [4] BITTAR, A.; OLIVEIRA, T.; MIZUKI, T.; MARTINI, K.; MELLO, L.; VIEIRA DA SILVA, A.; ALMEIDA, L. Prevalência e etiologia da mastite bovina na região de Nova Tebas, Paraná. **Semina: Cien. Agrár.** 35(2): 835-844. 2014.
- [5] BONIFAZ, N.; CONLAGO, F. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador. **La Granja.** 24(2): 1-16. 2016.

TABLA II
Prevalencia y factores asociados en mastitis subclínica bovina de alto riesgo (++)

Variable	Referencia	Prevalencia %	Razón de prevalencia IC (95%)	Mastitis Clínica			
				Prevalencia de exposición IC (95%)	Razón de prevalencia de exposición IC (95%)	Valor P	Odds Ratio IC (95%)
Ordeño	Mecánico	3,01	1,5	Enfermos (58)			
	Manual	2,02		No enfermos (48)			
Lavado de ubre	No	3,10	1,4	Enfermos (42)			
	Si	2,20		No enfermos (33)			
Secado individual	No	3,30	4,7	Enfermos (92)			
	Si	0,70		No enfermos (69)			
Uso de sellado	NO	3,20	1,6	Enfermos (58)			
	SI	1,90		No enfermos (46)			

- [6] CALDERÓN, A.; RODRÍGUEZ, V. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). **Rev. Colomb. Cien. Pec.** 21: 582-589. 2008.
- [7] CALDERÓN, A.; RODRÍGUEZ, V.; ARRIETA, G.; MÁTTAR, S. Prevalencia de mastitis bovina en sistemas doble propósito en Montería (Colombia): etiología y susceptibilidad antibacteriana. **Rev. Colomb. Cien. Pec.** 24: 19-28. 2011.
- [8] CALVINHO, L.; TIRANTE, L. Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en argentina en los últimos 25 años. **FAVE Cien. Vet.** 4(1): 30-40. 2005.
- [9] CASTILLO, M.; SUNIAGA, J.; ROJAS, G.; HERNÁNDEZ, J.; CAAMAÑO, J.; URBINA, A.; TOVAR, L. Estudio de la prevalencia de mastitis subclínica en la zona alta del estado de Mérida. **Agricult. Andin.** 16: 39 – 48. 2009.
- [10] CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA DEL ECUADOR. La leche del Ecuador, historia de la lechería ecuatoriana, Pichincha, Quito-Ecuador. 2015. En línea: <https://bit.ly/3AwhZoa>. 20-03-2021.
- [11] FERRARO, L.; SCARAMELLI, A.; TROYA, H. Prevalencia de la mastitis subclínica bovina en Venezuela y evaluación de la prueba de mastitis de California (CMT) como prueba diagnóstica. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** IX(2): 81-90. 1999.
- [12] GARCÍA, F.; SÁNCHEZ, T.; LÓPEZ, O.; BENÍTEZ, M. Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. **Pastos y Forrajes.** 41(1): 5-40. 2018.
- [13] GÓMEZ, O.; SANTIVAÑEZ, C.; ARAUCO, F.; ESPEZUA, O.; MANRIQUE, J. Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. **Rev. Inv. Vet. Perú.** 26(1): 86-95. 2015.
- [14] HARO, R. Informe de recursos zoológicos de Ecuador. Quito-Ecuador. 2003. En línea: <https://bit.ly/2V9IS28>. 12-03-2021
- [15] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). Censo Agropecuario.2019. En línea: <https://bit.ly/3hMtnUw>. 12-03-2021.
- [16] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua(ESPAC). Estadísticas Agropecuarias, Quito-Ecuador. 2019. En línea: <https://bit.ly/3hMtnUw>. 20-03-2021.
- [17] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 9:2012. Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hatos. Quito-Ecuador. 2012. En línea: <https://bit.ly/3AHuGcu>. 23-03-2021.
- [18] MARTIN, S.; MEEK, A.; WILLEBERG, P. Epidemiologic Measures of Association. In: **Veterinary Epidemiology: Principles and Methods.** Low State University Press (Ed.). 1st. Ed. Pp 130-134. 1987.
- [19] MELLEBERG, R.; ROTH, C. Hoja de Información de la Prueba de Mastitis California (CMT). 2004. En línea: <https://bit.ly/3hNCvYm>. 22/06/2021.
- [20] MENDOZA, J.; VERA, Y.; PEÑA, L. Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, Norte de Santander. **Rev. Med. Vet. Zoot.** 64(2): 11-24. 2017.
- [21] MERA, R.; MUÑOZ, M.; ARTIEDA, J.; ORTÍZ, P.; GONZÁLEZ, R.; VEGA, V. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. **REDVET.** 18(11): 1-16. 2017.
- [22] MIRANDA, S.; ALBUJA, C.; TRÍBULO, H. Asociación entre la mastitis subclínica con la pérdida temprana de gestación en un hato de vacas lecheras. **La Granja.** 30(2): 48-56. 2019.
- [23] MURILLO, Y.; VÁZQUEZ, J.; AYALA, L.; PESÁNTEZ, M.; PESÁNTEZ, J.; SERPA, V.; SAMANIEGO, J. La rutina de ordeño en la prevalencia de la mastitis subclínica en lecherías del sur del Ecuador. **MASKANA.** Producción Animal. 8: 41-43. 2017.
- [24] MURPHY, S.; MARTIN, N.; BARBANO, D.; WIEDMANN, M. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? **J. Dairy Sci.** 99(12): 10128-10149. 2016.
- [25] OLIVEIRA, C.; SOUSA, M.; SILVA, N.; MENDONÇA, C.; SILVEIRA, J.; OAIGEN, R.; ANDRADE, S.; BARBOSA, J. Prevalência e etiologia da mastite bovina na bacia leiteira de Rondon do Pará, estado do Pará. **Pesq. Vet. Bras.** 31(2): 104-110. 2011.
- [26] RODRÍGUEZ, L. Prevalencia de mastitis subclínica en tambo lechero en Paraguay. **Rev. Med. Vet.** 1(40): 61-68. 2020.
- [27] RUIZ, P. La importancia de la producción de leche en el Ecuador. **Reforma Agraria.** Ed. SIPAE. Pp. 35-41. 2006.
- [28] RUIZ, P.; GOMES, G.; MOTA, R.; SAMPAIO, E.; LUCENA, E.; BENONE, S. Prevalencia de Mastitis Bovina Subclínica y Microorganismos Asociado: Comparación entre Ordeño Manual y Mecánico, en Pernambuco, Brasil. **Rev. Salud Anim.** 1: 57-64. 2011.
- [29] SÁNCHEZ, M.; GUTIÉRREZ, N.; POSADA, I. Prevalencia de mastitis bovina en el Cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia antimicrobiana. **Rev. Inv. Vet. Perú.** 29(1): 226-239.2018.
- [30] SANTIVAÑEZ, C.; GÓMEZ, O.; CÁRDENAS, L.; ESCOBEDO, M.; BUSTINZA, R.; PEÑA, J. Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. **Vet. Zoot.** 7(2): 92-104. 2013.
- [31] SINHA, M.; THOMBARE, N.; MONDAL, B. Subclinical Mastitis in Dairy Animals: Incidence, Economics, and Predisposing Factors. **Sci. World J.** 15(1): 1-4. 2014.
- [32] TERÁN, J. Análisis del mercado de la leche en Ecuador: factores determinantes y desafíos. 2019. Universidad Politécnica de Valencia. En línea: <https://bit.ly/3hJe9Q0>. 18-03-2021.
- [33] VILLANUEVA, G.; MORALES, S. Resistencia antibiótica de patógenos bacterianos aislados de mastitis clínica en bovinos de crianza intensiva. **REDVET.** 18(12): 1-13. 2017.
- [34] XUNTA DE GALICIA, EPIDAT v 3.1. Santiago de Compostela, A Coruña-España. 2006.

Estudio de las fluctuaciones de Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂), en dos galpones de producción bovina para leche de Paraguay (intensivo y semi-intensivo), utilizando tecnología “IoT”

Study of the fluctuations of Methane (CH₄) and Carbon Dioxide (CO₂), in bovine production bars for milk from Paraguay, using “IoT” technology

Oscar Roberto Martínez-López^{1,2*}  y María Inés Rodríguez-Acosta² 

¹Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Correo Electrónico: robertomartinezlo@vet.una.py

RESUMEN

El trabajo fue realizado para analizar fluctuaciones de Dióxido de Carbono (CO₂) y Metano (CH₄) en modelos típicos paraguayos de producción bovina de leche, incluyendo dos “Sistemas” (intensivos vs semi-intensivos). El objetivo fue generar la primera base de datos reales del país, con lo cual, comenzar a dimensionarlo realmente y categorizarlos. La bovinocultura es un rubro socioeconómico sustancialmente importante del país, con ella, el sector lácteo es extremadamente relevante para cubrir el consumo nacional y exportación. Igualmente, se buscó discriminar por “Sistema” de producción, su inferencia en la fluctuación de CO₂ y CH₄. También, fragmentando el día en cuatro franjas horarias (Madrugada, Día, Tarde y Noche), se verificaban diferencias importantes en la emanación de estos gases de efecto invernadero (GEI). Para el fin, fue utilizado la tecnología “IoT” (internet of things), mediante un equipo Smart Environment Libelium, que generaba en tiempo real, una lectura de gases mencionados a cada 6 a 7 minutos y transmitidos a una plataforma digital, formando base de datos. Fueron analizados más de 8500 datos para cada gas, y paralelamente, temperatura, humedad y presión atmosférica. Se implementó el software estadístico R, para el análisis de los resultados. De manera global, el mayor promedio de partes por millón (ppm) de CO₂ por franja horaria se encontró en la mañana (06:00 a 12:00 horas). En cuanto a Sistemas, la mayor media de CO₂ fue evidenciada en el Intensivo. Los niveles de CH₄ (% LEL) fluctuantes en ambos galpones de producción bovina de leche, sin importar cualquier categoría, se mantuvieron por debajo del nivel de captación del sensor inteligente (70 ppm). Se detectó correlación positiva moderada entre los niveles de CO₂ y Temperatura (°C). Correlación negativa entre CO₂ y la humedad. Los niveles de CO₂ (ppm) fluctuantes en ambos galpones de producción bovina de leche, en Paraguay, sin importar las franjas horarias ni sistemas, pueden considerarse reducidos.

Palabras clave: Ganadería; láctea; tecnología; contaminantes; integrado

ABSTRACT

The work was carried out to record fluctuations in Carbon Dioxide (CO₂) and Methane (CH₄) in traditional Paraguayan dairy models, including two “Systems” (intensive vs semi-intensive). The objective was to generate the first real database in the Country, with which, to begin to really size it and categorize it. It was emphasized that bovine farming is a substantially important socio-economic area of the Country, with it, the dairy sector is extremely relevant to cover national consumption and exports. Likewise, it was sought to discriminate by production “System”, its inferred in the fluctuation of CO₂ and CH₄. Also, fragmenting the day into four time bands (Early Morning, Day, Afternoon and Night), if they verified important differences in the emanation of these greenhouse gases GHGs. For the purpose, the “IoT” (internet of things) technology was used, by means of a Smart Environment Libelium equipment, which generated in real time, a reading of gases mentioned every 6 to 7 minutes and transmitted to a digital platform, forming the basis of data. More than 8,500 data were analyzed for each gas and parallel to temperature, humidity and atmospheric pressure. Statistical software R was implemented for the analysis of the results. Overall, the highest average parts per million (ppm) CO₂ by time zone was found in the morning (06:00 to 12:00). Regarding Systems, the highest mean CO₂ was evidenced in the Intensive. The fluctuating CH₄ (% LEL) levels in both bovine milk production sheds, regardless of category, remained below the smart sensor uptake level (70 ppm). A moderate positive correlation was detected between levels of CO₂ and temperature (°C). Negative correlation between CO₂ and humidity. The fluctuating levels of CO₂ (ppm) in both dairy systems, in Paraguay, regardless of time bands or systems, can be considered low.

Key words: Livestock; milky; technology; polluting; integrated

INTRODUCCIÓN

La medición de gases conocidos como de efecto invernadero (GEI) en sistemas ganaderos (SG) es una prioridad en países de América Latina, a fin de constituir inventarios nacionales propios y no formar parte de planes de mitigación realizados desde cálculos estimados en otras regiones o países industrializados del mundo. Paraguay no es la excepción. Algunas de las principales metas consensuadas en el Acuerdo Internacional de París (2015) [25], están centradas en establecer objetivos nacionales para reducir las emisiones, revisando las contribuciones de cada país cada cinco años (a) y buscar mecanismos para mitigar los daños causados por el cambio climático. Pero la pregunta debería ser; ¿Los países sudamericanos deben trabajar en la reducción de emisiones de GEI? ¿La ganadería debe indefectiblemente implementar planes de mitigación? Seguidamente, ¿Cuánto GEI realmente emanan los SG paraguayos? En este caso, se enfoca en la producción bovina para leche (PBL), que constituye una de las mayores fuentes de proteína con alto valor biológico, además de conformar el “combo” principal de la soberanía alimentaria del país. Por tanto, se considera de gran relevancia generar datos reales sobre emanación y fluctuación de GEI desde SG, para defender la soberanía productiva.

Entre los GEI, el Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂) conforman dos de los gases más importantes considerados contaminantes, que son emanados desde las ganaderías. La PBL, no es la excepción. Es urgente la generación de informaciones con rigor científico, sobre datos de emanación de CO₂ y de CH₄ producidos en rubros pecuarios. Al menos, en sistemas semi-intensivos a intensivos, que son los más cuestionados a nivel internacional, y los más simples en términos logísticos para medir, en comparación a sistemas abiertos, libres o extensivos.

El origen y desarrollo del “Internet de las Cosas” (IoT, por sus siglas en inglés), se dio en las décadas del 2000, donde Kevin Ashton, quien trabajaba para el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) AutoID laboratorio, fue uno de los pioneros de esta idea, buscando soluciones tecnológicas a problemas de ámbitos multidisciplinarios y rutinarios. El concepto fue simple: Si todos los objetos de la vida cotidiana estuvieran equipados con identificadores y conectividad inalámbrica, éstos podrían comunicarse entre sí y, ser gestionados por las computadoras [18].

El progreso desde ahí, al día (d) de hoy, fue grande. Actualmente, muchas empresas electrónicas multinacionales de avanzada están desarrollando “bajo receta” soluciones tecnológicas. Un par de ellas, son las empresas Convergía y Libelium, quienes integraron varias tecnologías en un solo equipamiento: el “Smart Environment”, que constituye un equipamiento con capacidad de medir en tiempo real y de manera remota, cualquier tipo de gases y factores climáticos. ¿Soluciones tecnológicas de alto impacto en ganadería, para generar datos reales de fluctuación de GEI en ganadería? El desafío fue establecido, implementado y ejecutado. En este trabajo se ven los primeros resultados que son bastante alentadores, cuando se razona en función a las dudas lanzadas anteriormente: Realmente los SG paraguayos, ¿son tan contaminantes? Este eje, se constituyó en el objetivo fundamental de este trabajo, sentado en dos sistemas de PBL, típica en la actualidad en el Paraguay, de manera a formar la primera base de datos reales sobre CO₂ y CH₄ fluctuantes en sistemas lácteos del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado durante el primer semestre del a 2020, en dos fincas lecheras típicas de la zona de la región oriental de Paraguay, especialmente, en la zona de los departamentos Central y Cordillera, a unos 40 kilómetros (km) de la capital, Asunción. La primera fue categorizada como Finca Intensiva de Producción de leche, debido a criterios locales, fundados en: 45 vacas (*Bos taurus*) lecheras con alta pureza racial Holstein mantenidos en 2 hectáreas (has) de pasto, y manejados en 300 metros cuadrados (m²) de galpón de ordeño, donde el desplazamiento es prácticamente nulo, alimentados con balanceados comerciales y pastos demolidos de corte, *ad libitum*, para ordeño en dos oportunidades·d⁻¹. En el tiempo del estudio, fueron ordeñadas 20 vacas con una producción media diaria de 300 litros (L). La segunda finca fue clasificada como semi-intensiva, con 32 vacas Holstein de pureza racial variada, que pastoreaban en parte del d en 4 has, con racionamiento de balanceado comercial y pasto de corte, solamente durante los dos ordeños diarios, de manera *ad libitum*. El galpón de manejo era de 700 m², y obtenían al momento del estudio, unos 180 L de leche con 16 vacas en promedio·d⁻¹.

La tecnología utilizada para la medición de los gases CO₂ y CH₄ fue el “IoT”, (el “internet de las cosas” por sus siglas en inglés - Internet of Things) [15, 18]. Es la integración de distintas tecnologías electrónicas, informáticas y logísticas, en pro de mejorar la eficiencia de una actividad productiva o del bienestar general. Es un concepto ideado en 1999, por el investigador y pionero tecnológico británico Kevin Ashton, del MIT, en la Universidad de Cambridge, Estados Unidos de América (EUA).

En este trabajo se utiliza la filosofía del IoT, integrando varias tecnologías avanzadas en la medición de gases considerados contaminantes del ambiente, como son el CO₂, el CH₄, además de parámetros climáticos como temperatura, humedad relativa y presión atmosférica en el lugar de producción animal. Se empleó el Smart Environment Libelium (SEL) [15], para la medición de los gases citados, integrando al menos siete tecnologías:

1. La electrónica de Plug & Sense, línea moderna de dispositivos con sensores inalámbricos encapsulados que permite a los integradores de sistemas implementar de internet “wireless” modulares y escalables;
2. El Wasp-Mote, plataforma modular electrónica “opensource” que sirve para construir redes de sensores inalámbricas de muy bajo consumo, que está conformada a su vez por microcontroladores, memorias, baterías, acelerómetro y sockets para añadir módulos de programación;
3. Libelium, encargada de fabricar las carcasas tecnológicas a prueba de agua y golpes “Smart”, para ensamblar tecnologías de mediciones y control de parámetros ambientales y gases fluctuantes;
4. Convergía, plataforma multinacional en modo de nubes (cloud computer) que genera conectividad virtual de datos generados por el equipo, en tiempo real, de enlace in situ-remoto;
5. El Router de marca registrada y comercializada como TP-Link Technologies CO, de modelo TL-MR3420, fabricado en China;

6. Módem Huawei, dispositivo móvil ultraliviano de puerto Universal Serial Bus (USB), que conectado a un puerto referenciado, junto a un Router liberado, puede enlazar señal de internet Wi-Fi en cualquier lugar gracias a una tarjeta SIM local;
7. SIM-CARD (Subscriber identity module), módulo de identificación del abonado, que constituye una tarjeta inteligente desmontable usada por teléfonos móviles y módems HSPA o LTE que se conectan al dispositivo por medio de una ranura lectora SIM (abonada a una telefónica móvil local, con servicio 3G).

Mediante este equipamiento integrado, se registraron parámetros de CO₂ en partes por millón (ppm), CH₄ en % LEL (Low Explosive Level o Límites inferiores de explosividad del metano), presión atmosférica (hPa), humedad relativa (%) y temperatura (°C). El SEL fue colocado de manera permanente en ambas fincas, dentro del galpón de ordeño diario, hasta alcanzar un volumen de 7.000 datos de cada GEI en estudio. Es importante mencionar que este equipo, de modelo Environment, de la empresa Libelium (España) con plataforma de transmisión perteneciente a Convergía (empresa multinacional canadiense con sede en Chile), tiene capacidad para registrar un dato, aproximadamente cada 400 segundos (seg), alcanzando así, unos 210 datos (± 30) de cada gas en estudio y de los parámetros climático, por d, transmitido y almacenado siempre en tiempo real.

Los datos fueron sometidos primeramente a un análisis exploratorio, a efectos de identificar el patrón de comportamiento de los mismos, específicamente la distribución teórica; para ello se empleó el test de Kolmogorov – Smirnov [17]. Igualmente se procedió a determinar las estadísticas descriptivas; 1) de manera Global (Intensivo; Semi-intensivo), como también, 2) por sistemas de PBL (Intensivo x Semi-intensivo). Posteriormente, se analizó la asociación entre las variables: CO₂ (ppm), humedad relativa (%), temperatura (°C) y presión atmosférica (hPa), mediante el coeficiente de correlación de Spearman, técnica utilizada para observaciones con distribuciones no paramétricas [22]. Finalmente, para comparar el nivel de partes por millón (ppm)

de CO₂, según la franja horaria (00 a 06 horas (h); 06 a 12 h; 12 a 18 h y de 18 a 00 h) y el factor bloque Sistema, se empleó el ANOVA basado en procedimientos de permutación y el test de Tukey, como prueba post hoc. Cabe mencionar que las pruebas de permutación no requieren del cumplimiento de la distribución teórica normal de los datos [1 - 3].

Todos los análisis descriptivos e inferencial, fueron materializados a través del software estadístico R Project for Statistical Computing [19] (mediante los paquetes: PerformanceAnalytics y ImPerm), este entorno de programación se caracteriza por su versatilidad en los procedimientos estadísticos, la alta calidad de los gráficos generados y principalmente, por ser de libre distribución y de código abierto, lo cual permite estar en constante desarrollo en su funcionalidad [5, 10].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se presentan las medidas descriptivas para los GEI estudiados en este trabajo (CO₂ y CH₄) y las tres variables climáticas registradas (temperatura *in situ*, humedad relativa y presión atmosférica). La misma comprende los promedios globales, incluyendo ambos sistemas lecheros (intensivo y semi-intensivo) que conformaron esta investigación.

De forma global, el promedio de CO₂ fluctuante en un galpón de PBL, en Paraguay, se encontró en 325,80 ppm, con Desvío Estándar (DE = 117,36) y un Coeficiente de Variación (CV = 36 %) relativamente buenos. Estos niveles se dieron a temperatura promedio de 22 °C y humedad en torno a 60 %. Sin embargo, el CH₄ nunca alcanzó las 70 ppm, teniendo en cuenta que el Sensor de CH₄ no detectó valores superior a 0,0000000001 % LEL. Teye y col. [23], emplearon diferentes detectores de gases y evaluaron la calidad del aire considerando tres sistemas de medición (Estacionaria, Inalámbrica y Móvil) que fueron ubicados en el centro del galpón de lechería. Para Estacionaria (por dentro), utilizando el sensor SenseAir AB modelo K30 arrojó una media de 1.680 ppm de CO₂ (DE 19,5); pero con bajas temperaturas medias (7,3 °C) y alta humedad relativa, de media igual a 87,7 %.

TABLE I
Medidas descriptivas de las distintas variables en bovinos

Medidas	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Presión Atmosférica (hPa)	CO ₂ (ppm)	CH ₄ (% LEL)
Media	22,14	59,53	1000,60	325,80	0,00
D.E.	5,24	20,45	8,78	117,36	0,00
Varianza	27,42	418,28	77,13	13774,27	0,00
CV	23,65	34,35	0,88	36,03	-
Mínimo	5,80	23,00	986,8	244,1	0,00
Máximo	33,80	100,00	1029,90	995,50	0,00
Rango	28,00	77,00	43,10	751,40	0,00
Mediana	22,30	55,00	998,50	292,90	0,00

DE: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación; °C: grado Celsius; hPa: Hectopascal; CO₂: Dióxido de Carbono; ppm: partes por millón; CH₄: metano; LEL: lower explosive limit

Cuando fue Estacionaria (por fuera), los niveles de CO₂ fluctuaban en media de 440 ppm (DE 1,1); con temperatura media de -7,5 °C y humedad relativa del 75,2 %. Ya para medición Inalámbrica (por dentro), se obtuvieron valores medios de CO₂ de 1.230 ppm (DE 10,9); temperatura media de 8,2 °C y humedad relativa de media 83,9 %. Inalámbrica (por fuera), fue una media de 390 ppm (DE 2.4) para el CO₂, una temperatura media -7,8 °C y humedad relativa de media igual a 73,1 %. Para la medición Móvil (por dentro), se observaron que los valores fueron para la media 1.625 ppm de CO₂ (DE 10,3) con 8,5 grados de temperatura y 89,7 % de humedad. Con otro equipo (Agilent Technologies 6890 GC, Santa Clara-California), en el mismo sistema de medición, pero (por fuera) registró una media de 385 ppm de CO₂ (DE 2,6); temperatura de -8,0 °C y humedad de 69,5 %.

Es probable que las variaciones también pudieran darse por cuenta del tipo de equipamiento medidores de gases inteligentes, conocidos como portátiles y "low-cost", que pueden presentar niveles distintos de sensibilidad y capacidad de captación [6]. Pero, en definitiva, estos equipamientos son lo que, en un futuro no muy lejano, serían utilizados por organismos oficiales de control del ambiente y organizaciones no gubernamentales ambientalistas, para evaluar/medir los GEI emanados o fluctuantes en ganaderías, y determinar sobre ello, escalas de impuestos "verdes" para compensación.

Por otro lado, los autores [23] señalan que el movimiento de las vacas alrededor del edificio lechero junto con la multidireccional naturaleza del aire a sus velocidades, estratificación de temperatura, gas flotabilidad, y el diseño estructural de la granja lechera fueron las principales causas de variabilidad espacial en los galpones. A su vez indican que la temperatura, la humedad relativa y las concentraciones de gas fueron más bajas en las ubicaciones exteriores del edificio a medida que fluía el aire fresco a través de las aberturas de ventilación del muro cortina. Así mismo, indican que las concentraciones de gas y temperaturas aumentaron hacia el centro del edificio de la lechería.

En el caso del CH₄, Jungbluth y col. [12] mencionan que, en las condiciones experimentales durante cuatro d en estación fría, la concentración media CH₄ fue en promedio de 84 ppm, que significa 14 unidades de CH₄, arriba, que el sensor SEL utilizado en este estudio, ya detectaría (a partir de 70 ppm). Otros trabajos realizados por Teye y col. [24], muestran una comparación entre calidad del aire de instalaciones lecheras y microclimas observados para 14 galpones lácteos en Finlandia y Estonia, donde los valores obtenidos fueron los siguientes: para el microclima observado el CH₄ obtuvo un valor máximo de 223 ppm (el equipo utilizado en este trabajo sí detectaría), mientras que para el valor mínimo fue de 1,5 ppm, que no sería detectado por el SEL considerado en esta investigación.

Cuando se analizan las frecuencias, las mayores para CO₂ se observan entre 200 y 300 ppm, pero si se visualiza en la TABLA I, la media dada para este gas, fue de 325,80 ppm. Según los estudios de Jungbluth y col. [12] se observan que, en condiciones experimentales durante cuatro d (estación fría), las concentraciones máximas y mínimas de dióxido de carbono (CO₂ en ppm) fueron entre 974 y 1.480 ppm, con un promedio de 1.196. Cabe mencionar que el valor mínimo se acerca bastante a los valores máximos (995,50 ppm) obtenidos en este estudio, en Paraguay.

Según lo registrado por Madsen y col. [16], las mediciones dadas por el equipo portátil GASMET 4030 (Gasmert Technologies Oy, Pulttitie 8A, FI-00880 Helsinki, Finlandia), en un establo de vacas, arrojó un valor de 3.880 ppm de CO₂. Por otro lado, la Comisión Internacional de Ingeniería Agrícola (siglas originales en francés: CIGR) [7], reitera primero que el CO₂ producido por el metabolismo de los animales y luego exhalado; describe en segundo término, que la concentración de este gas es una medida de contaminación general del aire interior y que, además la concentración de dicho gas dentro de los galpones debe ser lo más bajo posible, ya que el valor de cálculo asumido para el requisito de ventilación mínima es de 3.000 ppm; reconociendo que pueden ocurrir fluctuaciones temporales. Destacan que, el aire exterior contiene 300 ppm de CO₂ y el aire exhalado de pulmones humanos, contiene de 40.000 a 60.000 ppm. Esto proporciona un buen contexto.

Con relación a las recomendaciones dada por la CIGR [7], Teye y col. [24], mencionan que las concentraciones de CO₂ estuvieron en el rango de niveles recomendados en todos los galpones lácteos no aislados, destacando que la concentración en edificios semi-aislados a veces aumenta más allá de 3.000 ppm. A su vez, también indican que la concentración promedio general de CO₂ en el aire interior fue de 950 ppm, y el CH₄ fue de 48 ppm para los 14 galpones estudiados por ellos. En algunos casos, sin embargo, las concentraciones de CH₄ se acercaron a 200 ppm, que puede ser considerada alta (en Paraguay, no fueron alcanzados estos valores de CH₄). Además, indican que las mayores concentraciones de CO₂ y CH₄ se observaron entre 5 y 7 m por encima de las vacas, atribuidas a la acumulación de gases a medida que escapaban por las aberturas de ventilación. Harper y col. [11], observaron que la producción de CH₄ de novillas en pastoreo fue 321,2 L·cabeza⁻¹·d⁻¹, que corresponde a entre 7,7 y 8,4 % LEL del GEI, mientras que, cuando los mismos animales fueron puestos en el corral de engorde y alimentados con una dieta alta en granos, produjeron 98 L·cabeza⁻¹·d⁻¹ equivalentes a 1,9 - 2,2 % LEL. Con respecto a la madurez del forraje, Robertson y Waghorn [20], observaron que la producción de CH₄ de las vacas lecheras que pastaban en praderas en septiembre (primavera) fue entre 4,5 y 5,7 % LEL, mientras que se incrementó a 6 o 7 % cuando las vacas pastoreaban en diciembre (verano) de la misma temporada.

Según los datos reportados por Teye y col. [23], mencionan que en la variación media del CH₄ (ppm) en el microclima de la construcción lechera medida a varias alturas fueron los siguientes, para una altura de 10 centímetros (cm) una media de 116 ppm, a los 1 m un valor de 118 ppm, a los 2,5 m arrojó un promedio de 127 ppm y, a una altura de 7 m una media de 127 ppm. En el caso paraguayo, fue medido entre 1,5 y 2,5 m de altura del piso del galpón lechero.

Según los resultados encontrados por Cole y col. [8], la suplementación con proteínas de forrajes de baja calidad o el aumento de la calidad de las dietas a base de forrajes reducirán potencialmente la huella de carbono de la producción bovina, y además, del CH₄, que representa una pérdida de energía del alimento que consume el animal: las calorías van al aire en lugar de mantener al animal prosperando y produciendo carne y leche, en este estudio 8 - 9 % de la energía bruta se perdió como CH₄ y el 4 - 5 % del Carbono diario ingerido por los novillos se perdió como CH₄.

Según los estudios de Jungbluth y col. [12], mencionan que las emisiones de CO₂ del ganado lechero muestran un curso diurno

típico y sincrónico con las emisiones más bajas a primera h de la mañana y las más altas durante las h de alimentación con un aumento del 30 - 50 %.

En la TABLA II, se exponen los valores descriptivos según el sistema; intensivo y semi-intensivo, para los dos GEI estudiados (CO₂ y CH₄) y las 3 variables climáticas registradas (temperatura *in situ*, humedad relativa y presión). Cabe señalar que fueron calculados, la media, la desviación estándar, la varianza, el coeficiente de variación (CV), valores mínimos y máximos, el rango y la mediana.

De acuerdo a lo reportado por Teye y col. [24], los valores promedios registrados en 14 naves lecheras evaluadas en Estonia y Finlandia, en las estaciones de verano e invierno con diferentes sistemas; Semi-intensivo (S) e Intensivo (I), obtuvieron los siguientes datos en invierno, para Estonia: con sistema I se observó una media de 672 ppm CO₂; en cambio para el S, un promedio de 1.125 ppm CO₂. Para el verano, en sistema I alcanzó una media de 605 ppm CO₂, en contraste con el modo S donde observaron un promedio de 1.051 ppm CO₂; algo similar al invierno. Para Finlandia en invierno, la media alcanzó un valor de 1.006 ppm vacas I, mientras que con el sistema S fue de 1.576 ppm. Pero siempre las temperaturas estuvieron durante el invierno, por debajo de las temperaturas óptimas recomendadas (5 - 15 °C) en el S y todos los galpones I.

Según los estudios de Feddes y col. [9], se observan que las concentraciones medias para el CO₂ por vaca entre las cuatro unidades lecheras (A, B, C y D) estuvieron por encima de los encontrados en este trabajo, pero con temperaturas inferiores, (valores promedios fueron de 8,1; 6,4; 13,1 y 16,3 °C siguiendo el mismo orden de las unidades lecheras. Las emisiones de CO₂ son mayores en ganado en pastoreo (mayor gasto de energía) que en condiciones estabuladas [4].

En un trabajo realizado por Kinsman y col. [13], el CO₂ fluctuante se evaluó con un analizador de gas infrarrojo Siemens Ultramat 21 (Siemens Automation Group, Karlsruhe, Alemania), en donde la detección de gases para CO₂ presenta un rango de 0 a 5.000 ppm, señalando de que esos límites abarcaron el rango de concentraciones de gases esperadas para un establo lechero típico, que varían de 350 a 5.000 ppm de CO₂.

Cuando se procedió a realizar el estudio de Correlaciones de Spearman entre las distintas variables estudiadas dentro del galpón, como son la temperatura (grados centígrados), humedad relativa (%), presión atmosférica (hectoPascal) como así también la concentración de CO₂ en ppm, con un intervalo de medición de 6,5 minutos (min) aproximadamente, se observaron los resultados siguientes (FIG. 1).

TABLA II
Medidas descriptivas de las distintas variables según sistema

Sistema	Medidas	CO ₂ (ppm)	CH ₄ (% LEL)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Presión Atmosférica (hPa)
Intensivo	Media	350,43	0,00	23,51	58,02	999,04
	D.E.	149,72	0,00	3,68	21,63	4,73
	Varianza	22415,49	0,00	13,53	468,01	22,41
	CV	42,70	-	15,64	37,29	0,47
	Mínimo	263,75	0,00	12,20	25,00	991,30
	Máximo	995,50	0,00	32,90	94,00	1011,60
	Rango	731,75	0,00	20,70	69,00	20,30
	Mediana	302,48	0,00	24,50	52,00	998,80
Semi-intensivo	Media	296,34	0,00	20,50	61,35	1002,44
	D.E.	43,33	0,00	6,25	18,79	11,67
	Varianza	1877,71	0,00	39,07	352,98	136,13
	CV	14,62	-	30,49	30,62	1,16
	Mínimo	244,07	0,00	5,80	23,00	986,80
	Máximo	706,57	0,00	33,90	100,00	1029,90
	Rango	462,50	0,00	28,10	77,00	43,10
	Mediana	292,67	0,00	20,80	60,00	998,10

DE: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación; CO₂: Dióxido de Carbono; ppm: partes por millón; CH₄: metano; LEL: lower explosive limit; °C: grado Celsius; hPa: Hectopascal

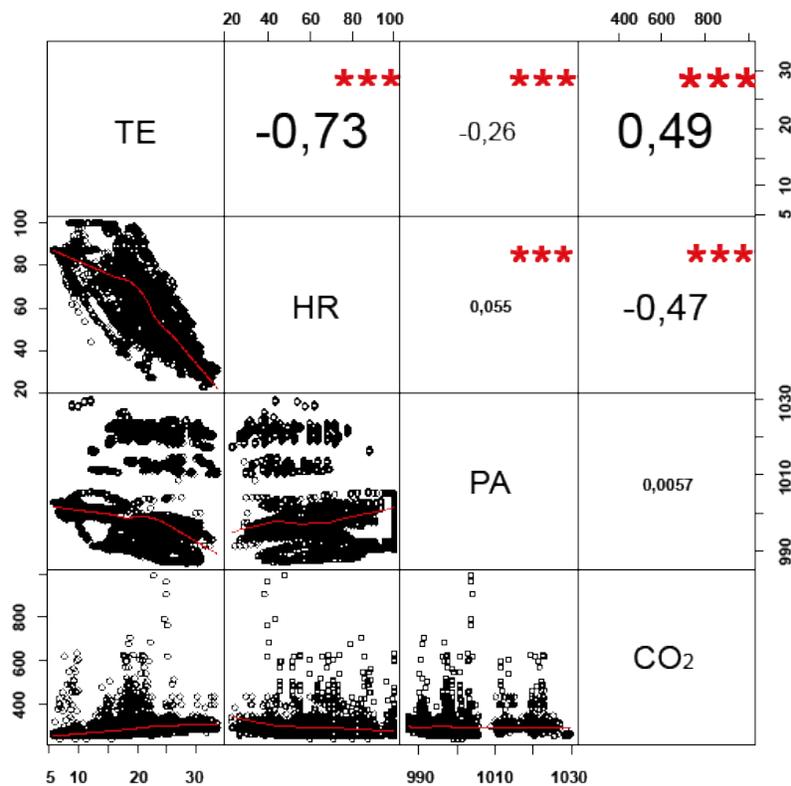


FIGURA 1. Correlaciones de Spearman entre las distintas variables con intervalo de medición de 6 minutos. * La correlación es significativa al nivel 0,001. TE: Temperatura (Grado Celsius); HR: Humedad Relativa (%); PA: Presión Atmosférica (hectopascal); CO₂: Dióxido de Carbono (partes por millón)**

Según los estudios de Rodríguez y col. [21], relacionados a flujos de CH₄ y CO₂, se mencionan que los incrementos en intervalos de 30 min de CO₂ generalmente están asociados al incremento en CH₄, principalmente cuando los vientos provienen de la orientación sur y suroeste, que corresponde al área donde se localiza el ganado y por lo general ocurre en la tarde y noche. Orientación del viento, no fue registrado en este primer trabajo en Paraguay, pero sí se ha encontrado correlaciones positivas y medias (0,49) entre el CO₂ y la temperatura, y negativas entre el mismo gas y la humedad relativa.

Feddes y col. [9], mencionan que la variación en la producción de CO₂ por vaca entre las cuatro unidades lecheras era bastante grande, además indican que intentaron explicar esa variación mediante análisis de regresión. Las emisiones de CO₂ están correlacionadas con la ingesta de alimentos y la producción de leche en vacas lactantes [13,14].

Finalmente, de acuerdo al Análisis de Variancia Permutacional y el Test de Tukey bajo un criterio de 95 % de probabilidad de acierto, para analizar el nivel de CO₂ medidos en ppm, considerando los factores de variación de franja horaria y el factor bloque sistema (intensivo vs semi-intensivo), se evidenció diferencias estadísticamente significativas (P < 0,05) entre el sistema intensivo y semi-intensivo (P < 0,05). Igualmente en las franjas horarias,

comparando entre madrugada (00 a 06 h) y la mañana (06 a 12 h), entre madrugada y la tarde (06 a 18 h) y, entre la mañana y la noche (18 a 00 h). Contrastando mañana con tarde y tarde con noche, no se encontraron diferencias importantes entre promedios de fluctuación de CO₂, en los galpones de producción de leche (TABLA III). Por tanto, comparando niveles de CO₂ en galpones lecheros típicos de Paraguay, entre sistemas Intensivos vs Semi y, entre madrugada y diferentes h del d se observan variaciones importantes. Estos incrementos en la fluctuaciones de CO₂ en al aire de galpones, podría ser mejorado o controlado, siempre con un manejo rotacional y nutricional planificado [8], aunque por los niveles de CO₂ encontrados en este trabajo, se encuentran en rangos normales [7] y no deberían ser considerados por la sociedad, como alarmante.

CONCLUSIÓN

De manera global, el mayor promedio de CO₂ (ppm), en cuanto a sistemas (Intensivo; Semi-Intensivo), fue evidenciado en el sistema Intensivo de producción de leche.

Los niveles de CH₄ (% LEL) fluctuantes en ambos galpones de PBL, en Paraguay, sin importar las franjas horarias ni los tipos de sistemas, siempre se mantuvieron por debajo del nivel de

TABLA III
Comparación pareada mediante la prueba Tukey HSD

Factor	Pares de comparaciones	Probabilidad
Sistema/Situación	Intensivo vs Semi Intensivo	0,0000*
	00:00 a 06:00 vs 06:00 a 12:00	0,0011*
Franja horaria	00:00 a 06:00 vs 12:00 a 18:00	0,0268*
	00:00 a 06:00 vs 18:00 a 00:00	0,7324
	06:00 a 12:00 vs 12:00 a 18:00	0,8305
	06:00 a 12:00 vs 18:00 a 00:00	0,0357*
	12:00 a 18:00 vs 18:00 a 00:00	0,2813

* Diferencia significativa a un nivel de probabilidad de 5 %

captación del sensor inteligente de este gas, considerado bastante reducido. Se detectó correlación positiva entre los niveles de CO₂ (ppm) y temperatura (°C), aunque moderada. Correlación negativa entre CO₂ y la humedad relativa del galpón de producción.

Se evidenciaron diferencias importantes en los valores de CO₂, cuando se evaluaron fluctuaciones entre sistemas y franjas horarias. Fue determinante estadísticamente, las diferencias en niveles de CO₂ fluctuantes entre las cuatro franjas horarias en estudio. Los niveles de CO₂ (ppm) fluctuantes en ambos galpones de PBL, en Paraguay, sin importar las franjas horarias ni los tipos de sistemas, pueden considerarse normales a la atmósfera encontrada en las urbes.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Universidad Nacional de Asunción (UNA), por ayudar a materializar el trabajo. Este proyecto fue financiado por el CONACYT a través del programa PROCIENCIA con recursos del Fondo para la Excelencia de la Educación e Investigación (FEEI). Igualmente, la gratitud a la Empresa Láctea “Súper Yo”, y al Rancho San Fernando, por facilitar sus establecimientos para las mediciones expuestas y analizadas en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTON, B. A. V.; NICHOLS, T. E.; GAMBA, H. R.; WINKLER, A. M. Multiple testing correction over contrasts for brain imaging. **NeuroImage**. 216: 1-14. 2020.
- ANDERSON, M. J.; MILLAR, R. B. Spatial variation and effects of habitat on temperate reef fish assemblages in northeastern New Zealand. **J. Exper. Marine Biol. Ecol.** 305(2): 191-221. 2004.
- ANDERSON, M. J. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. **Canad. J. Fish. Aquatic Sci.** 58(3): 626-639. 2001.
- AUBRY, A.; YAN, T. Meta-analysis of calorimeter data to establish relationships between methane and carbon dioxide emissions or oxygen consumption for dairy cattle. **Anim. Nutr.** 1: 128-134. 2015.
- AVELLO-MARTÍNEZ, R.; SEISDEDLO-LOSA, A. El procesamiento estadístico con R en la investigación científica. **MediSur**. 15(5): 583-586. 2017.
- BULOT, F. M. J.; JOHNSTON, S. J.; BASFORD, P. J.; EASTON, N. H. C.; APETROAIE-CRISTEA, M.; FOSTER, G. L.; MORRIS, A. K. R.; COX, S. J.; LOXHAM, M. Long-term field comparison of multiple low-cost particulate matter sensors in an outdoor urban environment. **Sci. Rep.** 9(1): 1-13. 2019.
- COMMISSION INTERNATIONALE DU GENIE RURAL (CIGR). Climatization of Animal Houses, Report of working group on climatization of animal houses. Report of working group. 1984. Aberdeen, Scotland. On Line: <https://bit.ly/3hNcyJ8>.01-09-20.
- COLE, N. A.; MEYER, B. E.; PARKER, D. B.; NEEL, J.; TURNER, K. E.; NORTHUP, B. K.; JENNINGS, T.; JENNINGS, J. S. Effects of diet quality on energy metabolism and methane production by beef steers fed a warm-season grass-based hay diet*. **Appl. Anim. Sci.** 36: 652-667. 2020
- FEDDES, J. J. R.; LEONARD, J. J.; MCQUITTY, J. B. Carbon Dioxide Concentration as a Measure of Air Exchange in Animal Housing. **Can. Agric. Eng.** 26: 53-56. 1984.
- FERNÁNDEZ-LIZANA, M. I. Ventajas de R como herramienta para el Análisis y Visualización de datos en Ciencias Sociales. **Rev. Cientif. UCSA**. 7(2): 97-111. 2020.
- HARPER, L. A.; DENMEAD, O. T.; FRENEY, J. R.; BYERS, F. M. Direct measurement of methane emissions from grazing and feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** 77: 1392-1401. 1999.
- JUNGBLUTH, T.; HARTUNG, E.; BROSE, G. Greenhouse gas emissions from animal houses and manure stores. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.** 60: 133-145. 2001.
- KINSMAN, R.; SAUER, F. D.; JACKSON, H. A.; WOLYNETZ, M. S. Methane and carbon dioxide emissions from dairy cows in full lactation monitored over a six-month period. **J. Dairy Sci.** 78(12): 2760-2766. 1995.
- KIRCHGESSNER, M.; WINDISH, W.; MÜLLER, H. L.; KREUZER, M. Release of stocking methane and of carbon dioxide by dairy cattle. **Agric. Res.** 44: 91-102. 1991.
- LIBELIUM. Libelium World. 2021. Smart Environment. On Line: <https://www.libelium.com/>. 22-05-2021.
- MADSEN, J.; BJERG, B. S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R.; LUND, P. Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. **Livest. Sci.** 129: 223-227. 2010.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, R. Contrastes de normalidad. En: **Métodos estadísticos aplicados en Zootecnia**. 1a Ed. Etigraf, Asunción. 292pp. 2017.

- [18] PÉREZ, R.; NARVAJAS, S.; TERRY, E. IoT en ALC 2019: Tomando el pulso al Internet de las Cosas en América Latina y el Caribe. 2019. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En línea: <https://doi.org/gmtr>. 28-09-20.
- [19] R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2020. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. On Line: <https://www.r-project.org/>. 01-09-20
- [20] ROBERTSON, L. J.; WAGHORN, G. C. Dairy industry perspectives on methane emissions and production from cattle fed pasture or total mixed rations in New Zealand. **Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.** 62: 213–218. 2002.
- [21] RODRÍGUEZ, J. C.; PAZ-PELLAT, F.; WATTS, C.; LIZARRAGA-CELAYA, C.; YÉPEZ-GONZÁLEZ, E.; JIMÉNEZ-FERRER, G.; CASTELLANOS-VILLEGAS, A.; HINOJO-HINOJO, C.; MACÍAS-VÁZQUEZ, C. E. Methane and carbon dioxide measurements using the eddy covariance technique in semi-stabled dairy cattle in Sonora, México. **Terra LatinAme.** 37(1): 69-80. 2019.
- [22] SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. Medidas de Asociación no paramétricas. En: **Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta**. 4a Ed. Trillas, México. 437pp. 1995.
- [23] TEYE, F. K.; ALKKIOMAKI, E.; SIMOJOKI, A.; PASTELL, M.; AHOKAS, J. Instrumentation, measurement and performance of three air quality measurement systems for dairy buildings. **Appl. Eng. Agric.** 25: 247–256. 2009.
- [24] TEYE, K. F.; HAUTALA, M.; PASTELL, M.; PRAKS, J.; VEERMÄE, I.; POIKALAINEN, V.; PAJUMÄGI, V.; KIVINEN, T.; AHOKAS, J. Microclimate and ventilation in Estonian and Finnish dairy buildings. **Energy Build.** 40(7): 1194-1201. 2007.
- [25] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Acuerdo Internacional de París. 2015. Framework Convention on Climate Change. United Nations. On Line: <https://bit.ly/3hQU4ra>. 28-09-20.

Variabilidad genética de dos subpoblaciones de Cuyes (*Cavia porcellus*) nativos del sur del Ecuador

Genetic variability of two sub-populations of native Guinea Pig (*Cavia porcellus*) from southern Ecuador

Cornelio Rosales-Jaramillo^{1*} , Pedro Nieto-Escandón¹ , Rafael Román-Bravo²  y José Aranguren-Méndez² 

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Ecuador. ²Laboratorio de Genética Molecular, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Venezuela. Correo electrónico: cornelio.rosales@ucuenca.edu.ec

RESUMEN

La creciente necesidad actual de conservar los recursos zoogenéticos locales como fuentes de variabilidad genética (VG), plantea la necesidad de realizar investigaciones que ayuden a conocer su estado actual; por ello, se estudió la VG de dos subpoblaciones nativas de cuyes (*Cavia porcellus*) denominadas: Azuay y Cañar, geográficamente ubicadas al sur de Ecuador. Para su caracterización se utilizaron seis marcadores microsatélites de ADN, muestreándose 50 animales de cada subpoblación y un tercer grupo de 50 animales de origen peruano como grupo externo para comparación. De los seis marcadores usados, cinco pudieron ser amplificados; se encontró un número de alelos considerable (9,8) en la población general y un valor de (7,02) igual en ambas poblaciones con un alto grado de polimorfismo (PIC = 0,7035); dos loci estudiados, el MS I en ambas subpoblaciones y MS III en Azuay no se encontraron en equilibrio HW. La VG variabilidad fue alta en ambas subpoblaciones (H_o 0,694), así como un cierto grado de diferenciación genética (G_{ST} = 0,066), existiendo dos alelos privados con frecuencias superiores al 10 % (MS IV, Azuay 301 pb y 297 pb en Cañar), dando indicio de constituirse como marcadores de raza. La distancia genética entre subpoblaciones Azuay y Cañar es media (0,17), no obstante, resultó ser superior a las encontradas entre cada una de éstas y la población Perú. La realidad genética encontrada sugiere la necesidad de intervenir sobre estas poblaciones con la finalidad de conservar el material genético nativo incorporando un manejo sostenible del recurso zoogenético.

Palabras clave: Cuy; microsatélite; variabilidad genética; subpoblación nativa; Ecuador

ABSTRACT

The current growing need to conserve local animal genetic resources as sources of genetic variability (GV), raises the need to carry out research that helps to know their current state; for this reason, the GV of two native subpopulations of guinea pigs (*Cavia porcellus*) called: Azuay and Cañar, geographically located in the south of Ecuador, was studied. For its characterization, six-microsatellite DNA markers were used, sampling 50 animals from each subpopulation and a third group of 50 animals of Peruvian origin as an external group for comparison. Of the six markers used, five could be amplified; a considerable number of alleles (9.8) was found in the general population and a value of (7.02) the same in both populations with a high degree of polymorphism (PIC = 0.7035); two loci studied, MS I in both subpopulations and MS III in Azuay, were not found in HW equilibrium. GV was high in both subpopulations (H_o 0.694), as well as a certain degree of genetic differentiation (G_{ST} = 0.066), with two private alleles with frequencies above 10 % (MS IV, Azuay 301 bp and 297 bp in Cañar), giving an indication of becoming markers of race. The genetic distance between Azuay and Cañar subpopulations is medium (0.17), however, it turned out to be higher than those found between each of these and the Peruvian population. The genetic reality found suggests the need to intervene on these populations in order to conserve the native genetic material incorporating a sustainable management of the zoogenetic resource.

Key words: Guinea pig; microsatellites; genetic variability; native subpopulation; Ecuador

INTRODUCCIÓN

El cuy (C) o cobayo (*Cavia porcellus*) es un roedor histicomorfo de la familia Caviidae, originario de los Andes, cuya domesticación se calcula ocurrió entre los 6.000 y 2.000 años antes de cristo (AC) [8, 15, 16]. Investigaciones de su secuencia genómica indican que el C actual podría derivarse de diferentes troncos, a partir de especies diferentes y domesticadas en regiones geográficas distintas. Es así, que se identifican núcleos de posible domesticación, en Colombia derivado del *C. anolaimae* [16], en el sur de Perú y norte de Chile basado en el *C. tschudii* [29] y en la región central Ecuador de la especie *C. patzelti* [9].

Los recursos zoogenéticos son la raíz de la ganadería moderna y se definen como la diversidad de animales que proporcionan múltiples productos, fuerza de trabajo y otros beneficios que contribuyen a solventar las necesidades humanas [20]. La gran diversidad genética (DG) generada de manera natural, se vio afectada a principios del siglo XIX con el incremento de los procesos de intensificación de la producción animal, fundamentada en la movilización de reproductores y el inicio de los llamados programas de "mejoramiento genético", lo que conllevó a la selección y cría de poblaciones de animales con características productivas especiales, como la alta producción a los que se definieron como "razas puras", concepto actualmente en discusión ya que son variedades domésticas generadas por la manipulación humana y que son altamente endogámicas constituyendo islas genéticas que evitan que los genes fluyan de un acervo genético a otro dentro de la misma especie, lo que ocasiona una gran pérdida de la DG [28, 33].

Esta pérdida de la DG en las especies domésticas, implica la disminución de su capacidad de adaptación a cambios, ya sean naturales, como el cambio climático o antrópicos, ocasionados por los procesos de domesticación y selección reproductiva, aplicados para alcanzar mayores índices de producción [31]. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) advierte que, muchas razas de animales domésticos se encuentran amenazadas por un uso no sostenible del patrimonio genético, existiendo un 17 % de éstas en el mundo, que están en peligro de extinción y de ellas un 58 % están en situación de riesgo, por desconocer su realidad actual, destacándose que entre los años 2000 y 2014, cerca de 100 razas de ganado se extinguieron [12].

Uno de los principales factores que amenazan la diversidad de los animales domésticos nativos, es la importación o sustitución de las razas locales por razas mejoradas, consideradas más productivas, situación que conduce a menudo al cruce absorbente de estas razas, hasta la sustitución total de los animales nativos [1]. Resulta entonces fundamental el cuidado del material genético local por sus características de resiliencia debiendo conservarse la DG en base a cruzamientos racionales, lo que implica un manejo sostenible de la especie sin descuidar el incremento de la producción y productividad dentro del manejo zootécnico [19, 23, 32].

El C, como especie doméstica por su importancia cultural y alimenticia en el mundo andino, al proporcionar identidad y seguridad alimentaria además de su proyección mundial actual, no obstante, se ha visto afectado desde los años 50, por un proceso de mejoramiento genético continuo, generándose líneas de mayor productividad las que han invadido en los países andinos por proporcionar rendimientos económicos más altos [25]. Como podía preverse de manera simultánea, los animales nativos están siendo desvalorizados aceleradamente y reemplazados por

animales genéticamente mejorados, sin considerar que dichos animales son componentes de la cultura, sistemas económicos tradicionales, paisajes y ecosistemas [10, 11].

El riesgo inminente de la pérdida de la VG, a futuro podría poner en riesgo a la especie al desaparecer las poblaciones nativas que son reservorios naturales de genes que les dotan de una amplia capacidad de resiliencia, adaptabilidad, resistencia y rusticidad entre otros. Los esfuerzos para conformar núcleos de animales criollos o nativos y posterior evaluación deben ser prioritarios, principalmente en los países en desarrollo, donde hay incertidumbre acerca de las condiciones futuras de producción y de mercado, además que representan un recurso alternativo para mantener la producción animal bajo cualquier cambio drástico de tipo ambiental o económico [17].

Estudios previos, comparando poblaciones criollas *versus* (vs), poblaciones mejoradas, indican que los porcentajes de DG en *Cavia* sugieren una notable pérdida de variabilidad en las poblaciones criollas [27]. Los valores bajos de variabilidad en la población mejorada, se explican debido al efecto ejercido por la selección continua de genotipos para fines comerciales lo que ha conducido a una homogenización genética. Mientras que, en el caso de las poblaciones locales o criollas, la erosión genética se debió principalmente a que correspondían a núcleos cerrados, pertenecientes a los grupos genéticos conservados, sin la posibilidad de llevar a cabo procesos de diversificación, principalmente por la dificultad de encontrar animales nativos en la zona, para utilizarlos como reproductores, conllevando a apareamientos entre individuos relacionados. Por lo tanto, la pérdida de la DG natural de *C. porcellus* en la región es evidente debido a la absorción del material genético autóctono por el C peruano [27].

Uno de los principales problemas que afectan a estas poblaciones nativas minoritarias, son los apareamientos entre individuos emparentados, que se traducen genéticamente en un incremento de la consanguinidad (homocigosis) con la consiguiente depresión endogámica, es decir una reducción de los valores medios fenotípicos de los caracteres productivos y reproductivos, y, por último, como consecuencia de esos problemas reproductivos, la inevitable disminución y/o extinción de la población [2].

De allí que el principal objetivo de este artículo fue estudiar la VG en dos poblaciones nativas de C del sur del Ecuador, a través del análisis de un conjunto de microsatélites, y evaluar el grado de diferenciación genética existente entre estas dos variedades y otra raza mejorada del Perú, todo ello enmarcado como punto de inicio para la futura puesta en marcha de un programa de conservación genética de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de las subpoblaciones y extracción de ácido desoxirribonucleico (ADN)

Para la investigación se obtuvieron muestras aleatorias de 100 C nativos (*C. porcellus*) de ambos sexos y no emparentados, 25 machos y 25 hembras pertenecientes a la subpoblación Azuay e igual cantidad de la subpoblación Cañar, ubicadas geográficamente en el altiplano sur del Ecuador (FIG. 1). Además, se muestrearon 50 C mejorados de origen peruano como grupo externo de comparación (out-group). El ADN se obtuvo a partir de muestras de sangre, mediante punción de la vena cefálica

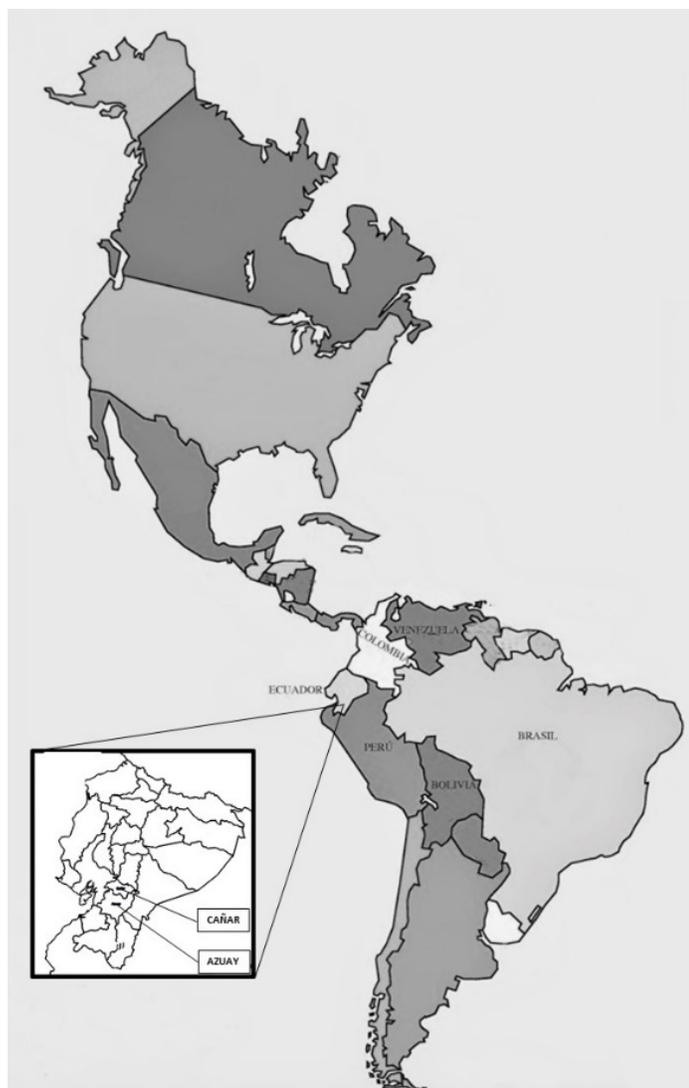


FIGURA 1. Ubicación geográfica de las subpoblaciones de Cuyes Azuay y Cañar

de 2 mililitros (mL) y colocada en tubos con anticoagulante ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), y procesada mediante el método estándar que incluye lisado celular y la extracción con mezcla de fenol:cloroformo:isoamiloalcohol, en una proporción 25:24:1 [4].

Marcadores microsatélites

Se utilizaron un total de 6 marcadores microsatélites, reportados previamente para *C. aperea* e identificados como MS I, MS II, MS III, MS IV, MS V y MS VI [3]. Las secuencias de los cebadores y su número de acceso al Genbank se aprecia en la TABLA I.

Análisis de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

Las PCR fueron llevadas a cabo en una reacción final con 25 microlitros (μL), que contenía 30 nanogramos (ng) de ADN (genómico), 200 micro mol (μM) de dNTP (desoxinucleótidos), 0,5 μL de la enzima polimerasa, 1,5 mili Mol (mM) de MgCl_2 y

TABLA I
Microsatélites y secuencias de los seis marcadores utilizados

Locus	Secuencias (5' - 3')	GENBANK Access
MS I	F: ATT GGC TTC ATT GCT ATG GAC R: GGC CTG CTC CTG TTC TC	AJ496558
MS II	F: AGA AGC CAG CTC TGG ATT C R: GCA TCC ACA GAA TGT GGA TC	AJ496559
MS III	F:GGC CAT TAT GCC CCC CAA C R:AGC TGC TCC TTG TGC TGT AG	AJ496560
MS IV	F:CTT CCA CAG CGA TCA CAA TC R:TTG ACG AAC GCC AGT GTG C	AJ496561
MS V	F:TTC CTT TAC TGG TTT GGA GG R:ATG GTA GGC ACT TCC ACT G	AJ496562
MS VI	F: GGT AAG CTT TTG GGA TTG AGG R:ACA TTT AGT AGC CTC TCA CTT C	AJ496563

0,20 μL de cada uno de los cebadores. Para la amplificación, se llevó a cabo en un termociclador Eppendorf Mastercycler® nexus GSX1 (Hamburgo, Alemania), mediante un programa térmico que consistió en una fase de desnaturalización inicial a 94°C durante 5 minutos (min), seguida por una fase de 40 ciclos, conformados por desnaturalización a 94°C por 30 segundos (seg), hibridación a 52,3°C durante 25 seg, extensión cíclica a 72°C por 30 seg y una fase de extensión final a 72°C durante 5 min.

Los productos amplificados, luego fueron analizados mediante electroforesis capilar con un analizador genético automático de ADN Applied Biosystems ABI Prism® 310 (Estados Unidos de Norteamérica, California), e interpretados posteriormente mediante el software GeneMapper ID v3.2. [13].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se estudiaron los estadísticos convencionales de VG, tales como, el número total de alelos y su rango, contenido de información polimórfica (PIC) y probabilidad de no exclusión por padre (PNE-1P), para cada uno de los *loci* y el total de la población estudiada, los cuales fueron calculados utilizando el software Cervus 3.0.7 [18]. La heterocigosidad esperada (H_e) y observada (H_o), para cada uno de los *loci* polimórficos fueron obtenidas usando el programa Byosis-2 [30]. El test de frecuencias genotípicas para el equilibrio Hardy-Weinberg (EHW) fue calculado utilizando el método del test exacto, mediante el programa GENEPOP 3.1 [24].

Para el estudio de las relaciones filogenéticas entre las subpoblaciones y la posterior construcción del dendrograma, se utilizó la distancia DA de Nei [21] y el algoritmo NJ - neighbor-joining-method [26], usando para ello el programa DISPAN [22].

RESULTADOS Y DISCUSION

Todos los marcadores amplificaron exitosamente en los C ecuatorianos, excepto el *locus* MS II que no logró amplificar. La población de animales nativos mostró un número de alelos considerable, con un promedio de $9,8 \pm 3,6$, oscilando dichos valores entre 7 y 16 en los *loci* MS III y MS IV, respectivamente, diferenciándose marcadamente este último de los otros cuatro

(TABLA II), no existiendo diferencias entre el número de alelos promedio en las dos subpoblaciones Azuay y Cañar, con valores en ambos casos, de $7,02 \pm 1,0$. Siendo el número exacto de alelos por *loci* de 7 vs 6, para el marcador MS I; 4 vs 7 para el MS III; 10 vs 11 para el MS IV; 7 vs 7 para el MS V y 8 vs 5 para el MS VI, respectivamente.

El número de alelos encontrado en los diferentes *locus*, se ubican en un rango de 7 a 9 excepto en el MS IV que es mucho mayor; el valor promedio 9,8 obtenido, resultó menor a lo reportado para una muestra de animales nativos del altiplano de Ecuador, investigación que tomó en cuenta un mayor número de microsatélites incluidos dos de los estudiados [5], aunque fue superior a lo encontrado en C nativos colombianos [7] y muy superior a lo encontrado en las poblaciones de C estudiadas en Camerún [6] y Costa de Marfil [14], posiblemente estos dos últimos estuvieron bajo efecto de posibles apareamientos consanguíneos. La no amplificación del marcador MSII pudo deberse a que se trabajó con una especie diferente para la que originalmente fue diseñado (*C. aperia*), aspecto encontrado también por Burgos y col. [7], confirmándose que dicho marcador no debe ser usado para estudios en *C. porcellus*.

La heterocigosis total (H_t) de la subpoblación nativa como indicador de la diversidad genética, obtuvo una media de $0,742 \pm 0,069$, encontrándose valores para los *loci* que varían entre 0,666 para el marcador MS V y 0,841 (MS IV). La media de la heterocigosis esperada (H_e) en la muestra total fue de $0,694 \pm 0,078$ oscilando los valores entre 0,608 (MS III) y 0,804 (MS IV). En cuanto al coeficiente promedio de diferenciación genética (G_{ST}) se observó que alcanza el valor de $0,066 \pm 0,039$ para el total de *loci* estudiados; en los *loci* individuales los valores variaron entre 0,031 para MS I y 0,117 para MS III, siendo precisamente estos los que muestran diferencias significativas ($P < 0,01$) en el test de H-W. El PIC en los diferentes *loci* fluctúa entre 0,627 para MS III y 0,822 para MS IV; y la probabilidad de no exclusión combinada para padre (PNE-1P) fue de 0,107.

Estos valores promedios de H_e para el total de la población estudiada fue similar a los valores reportados para C nativos [5, 7]. El PIC, mostró que todos los *loci* son considerados polimórficos y altamente informativos ($0,7035 \pm 0,107$), en virtud que sobrepasaron el rango teórico de 0,5, lo que indica una alta diversidad génica en estas subpoblaciones concordante con otros trabajos que utilizaron de manera similar marcadores del tipo microsatélites, para estudios poblacionales [7].

La diferenciación genética promedio (G_{ST}) de las subpoblaciones alcanzó el valor de 6,6 %, producto de la contribución de todos los *loci* en especial del MS III y MS VI, esto indica que entre las subpoblaciones nativas estudiadas existe un nivel de diferenciación genética, pero sin llegar a ser alto, no obstante, este valor resultó ser mayor que el encontrado en un trabajo previo en C ecuatorianos [5].

El HWE fue probado para ambas subpoblaciones y los 5 marcadores polimórficos. De los 10 contrastes o combinaciones grupo genético-*loci*, 3 dieron desviaciones significativas del equilibrio HWE, mostrando 2 de ellas exceso de heterocigosis (marcador MS I en ambos grupos y el MS III déficit en la subpoblación Azuay), los demás marcadores (MS IV, MS V y MS VI) mostraron equilibrio HW en ambos grupos genéticos.

Esta “alta” VG encontrada en las subpoblaciones nativas de Azuay y Cañar, se puede explicar debido a que territorialmente no se encuentran demasiado restringidas, existiendo aún una población de animales distribuida entre criadores tradicionales de edad avanzada que valoran las características de rusticidad así como las organolépticas de la carne de C nativo, quienes a través de los mercados tradicionales pueden intercambiar animales, lo que favorecería el flujo genético manteniendo un grado alto de VG, este criterio se ve fortalecido al considerar que solamente uno de los *loci* no se encontró en equilibrio HW en ambas subpoblaciones nativas estudiadas, lo que indica que estas subpoblaciones aún no han sido afectadas dramáticamente por los procesos de absorción genética, por la introducción de líneas mejoradas.

TABLA II
Número total y rango de alelos observados, media de heterocigosis H_t y H_e , coeficiente de diferenciación G_{ST} , H-W, PIC y PNE de la población total de Cuyes nativos ecuatorianos

Microsatélite	NºA ¹	Rango ²	H_t ³	H_e ⁴	G_{ST} ⁵	H-W ⁶	PIC ⁷	PNE-1P ⁸
MS I	9	209 – 293	0,761	0,737	0,031	***	0,721	0,642
MS III	7	133 – 151	0,688	0,608	0,117	**	0,627	0,738
MS IV	16	243 – 315	0,841	0,804	0,044	NS	0,822	0,481
MS V	9	143 – 193	0,666	0,639	0,040	NS	0,629	0,735
MS VI	8	153 – 171	0,755	0,680	0,099	NS	0,718	0,637
Todos	9,8		0,742	0,694	0,066		0,7035	0,107
DS	$\pm 3,6$		$\pm 0,069$	$\pm 0,078$	$\pm 0,039$			

¹Número total de alelos observados; ²Rango de alelos observados (pb); ³Promedio de heterocigosis esperada población total; ⁴Promedio heterocigosis esperada; ⁵Coefficiente de diferenciación; ⁶Equilibrio Hardy-Weinberg; ⁷Contenido de información polimórfica; ⁸Probabilidad de no exclusión (padre)

En las poblaciones de C del sur del Ecuador, el número medio de alelos por *locus* fue similar en ambos grupos genéticos, no obstante, la heterocigosidad promedio observada presentó valores de $0,676 \pm 0,100$ en Azuay y de $0,746 \pm 0,071$ en Cañar, entre tanto que la heterocigosidad esperada correspondió a valores de $0,688 \pm 0,051$ y $0,713 \pm 0,026$ en el mismo orden (TABLA III).

TABLA III

Tamaño de muestra, promedio y error estándar de número de alelos y heterocigosidad sobre seis microsátelites por subpoblación de Cuyes nativos ecuatorianos

Población	Tamaño muestras por locus	Promedio de alelos por locus	Promedio de heterocigosidad	
			Observada	Esperada
Azuay	50	7,2 ± 1,0	0,676 ± 0,100	0,688 ± 0,051
Cañar	48	7,2 ± 1,0	0,746 ± 0,071	0,713 ± 0,026

El análisis de identificación de alelos mostró poca diferencia entre las dos subpoblaciones de C del sur de Ecuador estudiadas (FIG. 2). A pesar de que se presentaron algunos alelos privados dentro de cada subpoblación, éstos siempre fueron en frecuencias bajas, indicando, posiblemente que este hecho sea producto único y exclusivamente del bajo número de individuos analizados.

El número de alelos únicos (privados) encontrados en la subpoblación Azuay fue 3 en el marcador MS I (213, 217 y 219 pb), 5 en MS IV (243, 255, 259, 287 y 301 pb), 2 en MS V (157, 159 pb) y 3 en MS VI (171, 153 y 159 pb), por el contrario, en Cañar se determinó 2 en M SI (241, 243 pb), 3 en MS III (133, 149 y 151 pb), 6 en MS IV (265, 269, 283, 297, 311 y 315 pb) y 2 en MS V (143 y 193 pb); solo dos alelos superaron el 10 % (MS IV; alelo de 301 pb con una frecuencia de 12 % en la subpoblación Azuay y el alelo de 297 pb del mismo microsátelite, con una frecuencia del 24 % en la subpoblación Cañar).

El porcentaje de diferencia genética encontrado, está influenciado por la existencia de alelos privados, algunos con una frecuencia superior al 10 % (MS IV; alelo de 301 pb en Azuay y alelo 297 pb en Cañar), siendo relevante el encontrado en la población Cañar con una frecuencia del 24 %, lo que hace suponer que puede constituirse en un marcador de la raza, aún por confirmar en futuros estudios de paternidades. El valor promedio de probabilidad de no exclusión para paternidad (PNE-1P) alcanza el 10,7 % siempre que se utilice el conjunto de *loci* por lo que hay una alta probabilidad de reconocimiento paternal.

La TABLA IV muestra los valores de distancia genética (D_a de Nei) entre las dos subpoblaciones de C estudiadas y se añadió la variedad mejorada del Perú, esta última utilizada como “outgroup” o población de referencia, con la idea de darle una orientación evolutiva al estudio. La distancia genética determinada entre las dos subpoblaciones de C nativos estudiadas alcanza el valor de 0,1783, mientras que, las distancias entre las dos subpoblaciones ecuatorianas y la mejorada del Perú, osciló entre 0,1224 y 0,1349, para la subpoblación Cañar y la Azuay, respectivamente.

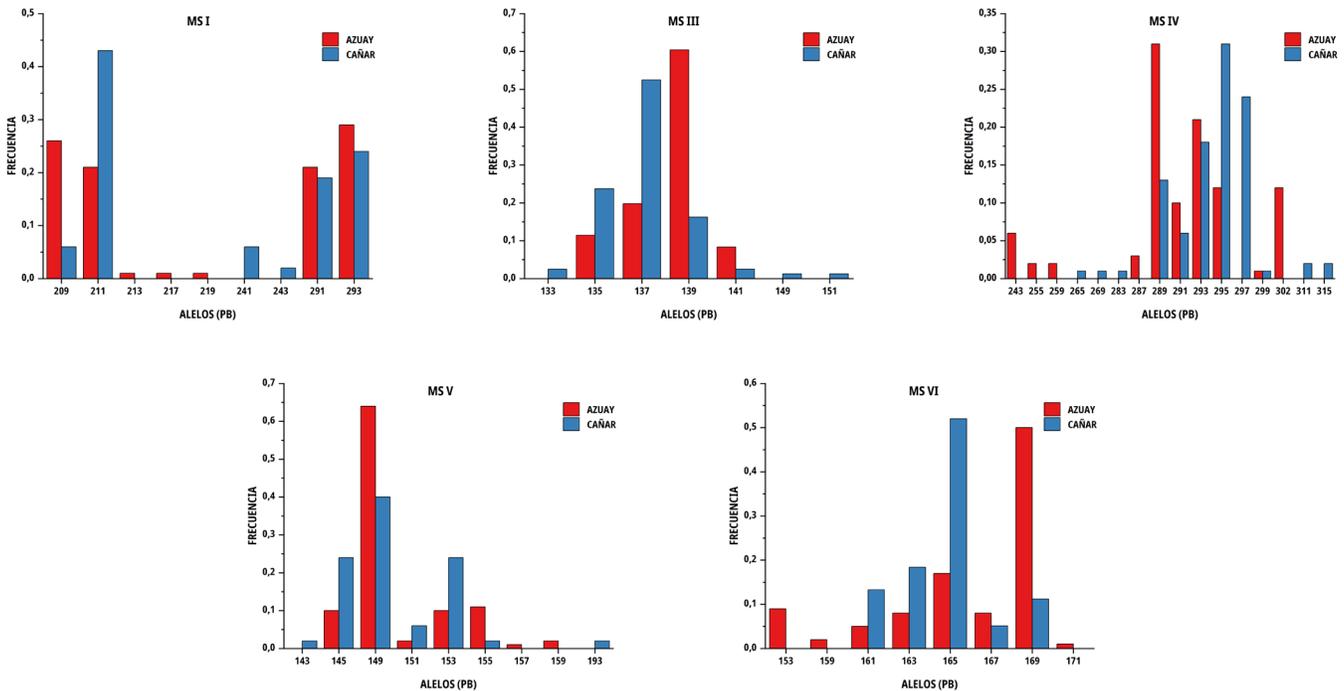


FIGURA 2. Distribución de las frecuencias alélicas para los marcadores MS I, MS III, MS IV, MS V y MS VI en dos subpoblaciones de Cuyes del sur del Ecuador

TABLA IV
Matriz de distancias genéticas (D_A) entre dos subpoblaciones nativas de Cuyes del sur del Ecuador y un grupo externo mejorado de origen peruano

	Azuay	Cañar
Cañar	0,1783	
Perú	0,1349	0,1224

A partir de estas distancias genéticas, se construyó un dendrograma, utilizando para ello el algoritmo NJ (FIG. 3). Las distancias muestran una relación similar entre las dos subpoblaciones nativas y la de origen peruano siendo mayor con Cañar; sin embargo, la distancia genética encontrada entre las dos subpoblaciones nativas fue considerablemente mayor, existiendo una menor relación entre ellas; no obstante, estos valores inferiores a 0,20 dan indicio de una cercanía próxima entre los 3 grupos.

La distancia genética entre las dos subpoblaciones nativas se observa de valores medio (0,1783), demostrando muy probable el origen común de las dos subpoblaciones Azuay y Cañar, con posterior desarrollo de grupos poblacionales diferentes que se desarrollaron en cada zona. Al introducir para el análisis un grupo externo de origen peruano se observa que las distancias genéticas disminuyen entre las dos subpoblaciones frente a éste, lo que pudiera indicar que se presenta un origen común con el C peruano, encontrándose más cercana la subpoblación Cañar a Perú.

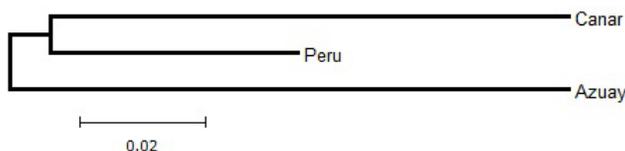


FIGURA 3. Dendrograma con D_A y NJ de relaciones genéticas entre dos subpoblaciones nativas de Cuyes ecuatorianos y una subpoblación de origen peruano

CONCLUSIONES

Del análisis de estas dos subpoblaciones nativas de C: Azuay y Cañar, se observó que mantiene un alto grado de VG con H_e de 0,7 y 7,2 alelo por locus, factor que debe ser cuidado y preservado con visión hacia el futuro.

Estas subpoblaciones se encuentran relacionadas, pero conservan un porcentaje medio de diferenciación genética propia para cada una de ellas, con valores cercanos de distancia genéticas de 0,17.

Se reconfirma que el uso de secuencias de ADN, tales como los microsatélites resultan ser herramientas valiosas para el estudio de la VG de poblaciones animales, con beneficios potenciales para la conservación de los recursos zoogenéticos locales.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC), Cuenca-Ecuador quien financió el proyecto "Caracterización molecular y fenotípica de ecotipos de cobayos criollos a partir de la recuperación y formación de núcleos de crianza *ex situ* como base para la formación de una línea genética local". Así mismo, agradecemos las sugerencias de los árbitros.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ANZOLA, H. Conservación y Utilización de las Razas Bovinas Criollas y Colombianas para el Desarrollo Rural Sostenible. **Arch. Zoot.** 54(206-207): 141-144. 2005.
- [2] ARANGUREN, J.; JORDANA, J.; AVELLANET, R.; TORRENS, M. Estudio de la Variabilidad Genética en la Raza Bovina Mallorquina para Propósitos de Conservación. **Rev. Cientif. FCV-LUZ** XII(5): 358-366. 2002.
- [3] ASHER, M.; LIPPMANN, T.; EPPLER, T.; KRAUS, C.; TRILLMICH, F.; SACHSER, N. Large males dominate: ecology, social organization, and mating system of wild caviés, the ancestors of the guinea pig. **Behav. Ecol. Sociobiol.** 62(9): 1509-1521. 2008.
- [4] AUSUBEL, F.; BRENT, R.; KINGSTON, R.; MOORE, D.; SEIDMAN, J.; SMITH, J.; STRUHL, K. **Current Protocols in Molecular Biology**. Struhl, K. (Ed.). Pp 198-200. 2003.
- [5] AVILÉS, D. Caracterización genética del cuy doméstico en América de Sur mediante marcadores moleculares. Universidad de Córdoba, Córdoba-España. Tesis de Doctorado. 115 pp. 2016.
- [6] AYAGIRWE, B.; MEUTCHIEYE, F.; DJIKENG, A.; SKILTON, R.; OSAMA, S.; MANJELI, Y. Genetic Diversity and Structure of Domestic Cavy (*Cavia porcellus*) Populations from Smallholder Farms in Southern Cameroon. **Anim. Prod.** 19(1): 1-12. 2017.
- [7] BURGOS, W.; CERÓN, M.; SOLARTE, C. Genetic diversity and population structure of the Guinea pig (*Cavia porcellus*, Rodentia, Caviidae) in Colombia. **Genet. Mol. Biol.** 34(4): 711-718. 2011.
- [8] DIGARD, J. Un Aspect méconnu de l'histoire de l'Amérique: la domestication des animaux. **L'Homme.** 32(122-124): 253-270. 1992.
- [9] DUNNUM, J.; SALAZAR, B. Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus *Cavia* (Rodentia: Caviidae). **J. Zool. Syst. Evol. Res.** 48(4): 376-388. 2010.
- [10] ESTRELLA, J.; MANOSALVAS, R.; MARIACA, J.; RIBADENEIRA, M. **Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador**. Producciones Digitales Abya-Yala (Ed.) Quito. 116 pp. 2005.
- [11] GeneMapper ID (v3.2.) [software]. (2006). Applied Biosystems.

- [12] KOUAKOU, P.; SKILTON, R.; APOLLINAIRE, D.; AGATHE, F.; BEATRICE, G.; CLÉMENT, A. Genetic diversity and population structure of cavy (*Cavia porcellus* L) in three agro ecological zones of Côte d'Ivoire. **Inter. J. Agron. Agric. Res.** 6(3): 27-35. 2015.
- [13] LAVALLEÉ, D. La Domestication Animales En Amérique Du Sud – Le point des connaissances. **Bull. Inst. fr. Études Andines.** 19(1): 25-44. 1990.
- [14] LORD, E.; COLLINS, C.; DE FRANCE, S.; LEFEBVRE, M.; PIGIÉRE, F.; EECKHOUT, P.; ERAUW, C.; FITZPATRICK, S.; HEALY, P.; MARTÍNEZ, M.; GARCÍA, J.; RAMOS, E.; DELGADO, M.; SÁNCHEZ, A.; PEÑA, G.; TOYNE, J.; DAHLSTEDT, A.; MOORE, K.; LAGUER, C.; ZORI, C.; MATISOO, E. Ancient DNA of Guinea Pigs (*Cavia spp.*) Indicates a Probable New Center of Domestication and Pathways of Global Distribution. **Scientif. Rep.** 10(8901): 1-9. 2020.
- [15] MANTILLA, J. Mejoramiento Genético y Conservación de Cuyes Nativos en el Perú. **Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos.** Cajamarca, 08/12-14 Perú. Pp 1-5. 2009.
- [16] MARSHALL, T.; SLATE, J.; KRUIK, L.; PEMBERTON, J.M. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations (CERVUS 3.0.7). **Mol. Ecol.** 7(5): 639-655. 1998.
- [17] MEZA, E.; RAYMONDI, J.; CISNEROS, S. Evaluación Genética de un plantel de Cuyes Reproductores de Genotipo Perú. **Rev. Invest. Vet. Perú.** 28(2): 293-298. 2017.
- [18] MUJICA, F. Diversidad y Conservación de los Recursos Zoogenéticos del País. **Agro Sur.** 37(3): 134-175. 2009.
- [19] NEI, M.; TAJIMA, F.; TATENTO, T. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. **J. Mol. Evol.** 19(2): 153-170. 1983.
- [20] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Zoogenéticos y la Declaración de Interlaken. Roma: Comisión de Recursos genéticos para la Alimentación y la Agricultura Pp. 19-23. 2007.
- [21] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Una nueva herramienta en línea para proteger mejor los recursos zoogenéticos. 2017. Roma, Italia. En Línea: <https://bit.ly/2U1V4AW> 23-03-2021.
- [22] OTA, T. **DISPAN: Genetic Distance and Phylogenetic Analysis.** Genetic Software. United States of America, Pennsylvania State University, University Park, PA. 6 pp. 1993.
- [23] POSADA, S.; SOLARTE, C.; NOGUERA, R. Efecto de la línea genética y el sexo sobre el crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*). **Liv. Res. Rural Develop.** 27(1):c1-11. 2015.
- [24] RAYMOND, M.; ROUSSET, F. GENEPOP 4.7: Population genetics software for exact test and ecumenicism. **J. Hered.** 86(3): 248-249. 1995.
- [25] ROSALES, C.; CEDILLO, J.; TABOADA, J.; NIETO, P.; QUIZHPI, J.; GUEVARA, G. Comparación de camadas de cobayas (*Cavia porcellus*) de genotipos ecuatorianos y la línea mejorada Perú. **Rev. Prod. Anim.** 31(2): 23-26. 2019.
- [26] SAITOU, N.; NEI, M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. **Mol. Biol. Evol.** 4(4): 406-425. 1987.
- [27] SOLARTE, C.; ROSERO, C.; BURGOS, W.; ZAMBRANO, G.; ERAZO, Y.; MEJÍA, F. El cuy genético. **Liv. Res. Rural. Develop.** 22(5): párr 21. 2010.
- [28] SPONENBERG, D. La Pureza Racial y la Conservación de Recursos Criollos en los Estados Unidos. **Act. Iberoam. Cons. Anim.** 2: 35-41. 2012.
- [29] SPOTORNO, A.; VALLADARES, J.; MARÍN, J.; ZEBALLOS, H. Molecular diversity among domestic guinea-pigs (*Cavia porcellus*) and their close phylogenetic relationship with the Andean wild species *Cavia tschudii*. **Rev. Chil. Hist. Nat.** 77(2): 243-250. 2004.
- [30] SWOFFORD, D.; SELANDER, R. **BIOSYS-2: A computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics** (Release 2.0). University of Illinois, Urbana, Champaign, IL. 1999.
- [31] TAMMONE, M. Pérdida de la Diversidad Genética: Implicaciones para la Evolución y la Conservación de dos Especies de *Ctenomys* (RODENTIA, CTENOMYDAE) en Patagonia Norte. **Mastoz. Neotrop.** 23(1): 72-73. 2016.
- [32] VARGAS, A.; GUTIÉRREZ, R.; MAMANI, M. Una Aplicación del Muestreo de Gibbs en la Estimación de Parámetros Genéticos en Cuyes Utilizando MCMCglimm. **Rev. Inv. Vet. Perú.** 26(2): 182-188. 2015.
- [33] ZAVALA, M. Los Recursos Zoogenéticos, ¿Qué son y Cuál es su Importancia? **Saber Más.** 30(2): 16-18. 2012.

Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Ecuador

Critical nodes of management processes in productive units of Guinea Pigs fattening in Milagro, Ecuador

Alex Castro-García¹  y Juan Carlos Nava^{2*} 

¹Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. ²Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
Correo Electrónico: navauniversidaddelzulia@gmail.com

RESUMEN

Este estudio propone identificar los nudos críticos (NC) en los procesos gerenciales (PG) en unidades productivas (UP) de Cuyes de Engorde (CE) en Milagro, Provincia de Guayas, Ecuador, siendo la cría de C una actividad de importancia en diferentes zonas rurales. Por lo tanto, se visitó la mencionada zona, aplicando un cuestionario socio-económico como instrumento de recolección de datos; la población y la muestra estuvieron constituidas por 260 Productores (P) de CE. La investigación fue de carácter explicativa, según el diseño no experimental, de campo. Los NC que limitaron los PG en las UP de CE fueron: deficiente toma de decisiones (DTD), ausencia del presupuesto (AP), no llevan registros (NR) y no programan las actividades a realizar (NPA). Los P al identificar los NC deberían analizar cuáles son los factores que inciden en la producción de CE; planificando, revisando que necesidades existen, realizando ajustes, utilizando registros, con la necesidad de mejorar el manejo, la productividad y los ingresos netos; tomando en cuenta los costos de producción, con la elaboración del presupuesto, con supervisión y ajustes. Pese a que los P están realizando diferentes actividades relacionadas con los CE y las consideraron importantes, se detectó un desconocimiento en definir estrategias para luego tomar decisiones en beneficio de la UP, de acuerdo a cada situación real que se presente, con estrategias definidas previamente para buscar obtener mejores rendimientos.

Palabras clave: Nudos críticos; procesos gerenciales; cuyes de engorde

ABSTRACT

This study proposes to identify the critical nodes (CN) in the management processes (MP) in productive units (PU) of Guinea Pig Fattening (GPF) in Milagro, Guayas Province, Ecuador. Being GPF an important activity in different rural areas, therefore, the mentioned zone was visited, applying a socio-economic questionnaire as a data collection instrument; the population and the sample consisted of 260 producers (P) of GPF. The research was explanatory in nature, according to the non-experimental field design. The CN that limited the MP in the PU of GPF were poor decision making, absence of the budget, they do not keep records and do not schedule the activities to be carried out. P, when identifying CN, should analyze the factors that affect the production of GPF; planning, reviewing what needs exist, making adjustments, using records, with the need to improve management, productivity and net income; taking into account production costs, with the preparation of the budget, with supervision and adjustments. Despite the fact that P are carrying out different activities related to GPF and considered them important, there was a lack of knowledge in defining strategies to later make decisions for the benefit of the PU, according to each real situation that arises, with previously defined strategies, to seek to obtain better returns.

Key words: Critical nodes; management processes; guinea pigs for fattening

INTRODUCCIÓN

El Cuy (C) (*Cavia porcellus* L.), comúnmente conocido como Guinea Pig, cobayo, conejillo de indias, cuyo, acure, ente otros; es un mamífero roedor que en edad adulta puede medir entre 20 a 25 centímetros (cm) de largo y pesar entre 0,5 y 1,5 kilogramos (kg), los machos son de mayor tamaño que las hembras [1]. Es considerado un mamífero originario de la región andina de Sudamérica, tiene hábitos nocturnos, es inofensivo, nervioso y sensible al frío [4].

El C es un pequeño roedor, utilizado como alimento en diferentes países. Su crianza es generalizada en el ámbito rural como un animal de carne para autoconsumo, constituyéndose en una excelente alternativa para diversificar la dieta de las familias [20]. Existen varias razas de C, obtenidas de diversos cruces para obtener un mejoramiento genético. En el caso de Ecuador, aún persiste la crianza de C criollos, a nivel de indígenas y campesinos. Igual, se presenta el sistema familiar, cuando el destino de la producción es para autoconsumo; el sistema familiar – comercial, cuando los excedentes de la producción se destinan a la venta y el sistema comercial, cuando la producción tiene la finalidad principal de la venta [8].

Se considera que, al tecnificar la crianza del C, con una mejor calidad de alimentación, se puede mejorar el peso de los animales en menor tiempo; el manejo de la población de C permite lograr un índice productivo de comercialización a las nueve semanas (sem) y una conversión alimentaria (CA) con alimentación mixta. La alimentación es un aspecto importante en la crianza de C, ya que de esto podría depender el rendimiento y calidad de los animales [13]. Tradicionalmente, los C criollos han sido alimentados con forraje, pero con los trabajos de mejoramiento genético y de nutrición, los nuevos genotipos presentan requerimientos nutricionales superiores para optimizar los rendimientos en crecimiento y reproducción [5]. Así mismo, la cría de C es una actividad pecuaria importante en las zonas rurales de Perú, Ecuador, Bolivia y en menor proporción en Colombia, Argentina, Chile y Venezuela [12].

En este contexto, se entiende por nudos críticos (NC) una situación que perjudica el desarrollo eficiente de una organización en el logro de sus objetivos y metas, traducándose en que sean poco eficientes [21]. De esta manera, para Centanaro y Nava [7] se debería conocer si los productores manejan información, cuentan con planes escritos, fijan metas, objetivos, estrategias, manejan un presupuesto conociendo los ingresos y costos totales, realizan seguimiento y control, entre otros.

Por lo tanto, es de gran importancia que los productores logren identificar los NC en los procesos gerenciales (PG) del manejo de CE, teniendo en cuenta que disminuyen la calidad, competitividad y productividad de las unidades de productivas (UP). Se deben identificar los NC en todo el proceso productivo, buscando lograr una alta productividad, mayor eficiencia, efectividad, gran capacidad competitiva y excelente calidad. En este sentido, el objetivo de la investigación consistió en identificar los NC que existen en los PG en UP de CE en Milagro, provincia del Guayas, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

Milagro, provincia del Guayas se encuentra a 45 kilómetros (km) de Guayaquil, tiene una superficie de 226,08 km². Se localiza en

las coordenadas 2°08'05"S | 79°35'14"O. La altitud predominante es de 8 y 15 metros (m) sobre el nivel del mar (msnm). Su temperatura promedio anual está alrededor de los 25°C y su precipitación es de 1.361 milímetros·año⁻¹ (mm·a⁻¹) [10].

Tipo y diseño de la investigación

La investigación fue de carácter explicativa; se trató de revelar el cómo y el por qué ocurre el fenómeno y se dan argumentaciones teóricas, lógicas, históricas y causales de los hechos [9], identificando los NC en el PG en las UP de C en Milagro, provincia del Guayas. Según el diseño fue no experimental, de campo; Arias [3] estableció que la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurrieron los hechos; el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes.

Población y muestra

El universo de estudio estuvo constituido por los productores (P) de C de Milagro, provincia del Guayas. Para determinar la población se establecieron los siguientes criterios: UP destinadas principalmente a la producción de C, UP con más de un a de estar establecidas, UP con actividad productiva, P con personalidad jurídica o natural pero que no tuvieran identificación gubernamental. Luego de realizar las respectivas visitas se delimitó el área de estudio, con un total de 260 UP de C (260 P), siendo esta la población y la muestra.

Técnicas e instrumentos de investigación

Se realizaron visitas preliminares a la mencionada zona, con el propósito de efectuar el primer contacto con los P y lograr un primer acercamiento. Se diseñó y aplicó un cuestionario socio-económico como instrumento de recolección de datos, aplicado de manera individual a los P de C que conformaron la población y la muestra, constituido por preguntas cerradas que luego fueron tabuladas y analizadas.

Validez y confiabilidad del instrumento

Se consultó la opinión de cinco expertos relacionados con el área de estudio, quienes revisaron el instrumento y aportaron opiniones y sugerencias utilizadas para la construcción definitiva de dicho instrumento. Luego se realizó una prueba piloto a 10 P de C, para definir si el instrumento planteado estaba acorde con la capacidad de interpretación de los mencionados P.

Procesamiento y análisis de la información

Una vez aplicado el instrumento de recolección de datos, se procedió a realizar el procesamiento de los datos y el análisis de la información a través de distribución de frecuencias, para ello se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System [22]. Se obtuvo información de los NC que existieron en los PG del manejo de C en Milagro, provincia del Guayas. La descripción de los indicadores desde el punto de vista cualitativo, permitió la elaboración del diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa [11].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de los NC de los PG

Luego de realizar las respectivas visitas y aplicar el instrumento de recolección de datos, se obtuvo la información necesaria. Los resultados podrían apoyar a que se mejoren los PG con soluciones prácticas y efectivas para lograr cambios positivos. Por lo tanto, se detectaron cualitativamente los NC de los PG, a través de la construcción del diagrama de causa-efecto (FIG. 1).

Los NC que limitaron el PG en las UP de C fueron: deficiente toma de decisiones (DTD), ausencia de presupuesto (AP), no llevan registros (NR) y no programan las actividades a realizar (NPA). Los P al identificar los NC deberían analizar cuáles son los factores que inciden en la producción de C; con la necesidad de mejorar la productividad y los ingresos netos.

Deficiente toma de decisiones (DTD)

El 82,69 % de los P (215), realizaron una deficiente DTD, sin definición de estrategias, bajos rendimientos, ejecución improvisada, con un lento crecimiento y engorde de los C, entre otros (FIG. 2).

En este sentido, se dificultó establecer cuál fue el estado de ganancias y pérdidas, en detrimento de la toma de decisiones, planificación y evaluación de la actividad productiva. Se presentó un desconocimiento de los P en definir estrategias para luego tomar decisiones en beneficio de la UP, para mejorar el crecimiento y engorde de los C. Según López [13] en Ecuador, la mayoría de UP de C se manejan de manera poco técnica, con animales con bajo peso al sacrificio, tiempos prolongados de crianza, ligado a la escasez de alimentos en determinadas épocas del a, repercutiendo en el desarrollo normal del C.

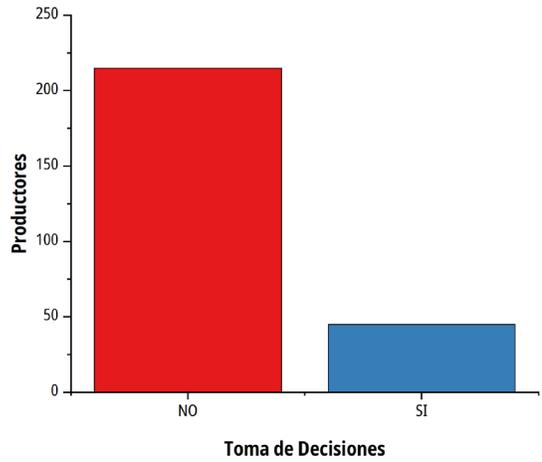


FIGURA 2. Deficiente toma de decisiones en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Provincia del Guayas, Ecuador

En la toma de decisiones TDD, debe haber conocimiento y determinación en lo que se está decidiendo; se realiza en todos los ámbitos, donde la comunicación es de gran importancia para establecer los objetivos, definir estrategias, entre otros; los factores que pueden tener mayor incidencia y afectación en la TDD son los económicos, normativos, personales, sociales, políticos, físicos, entre otros [23].

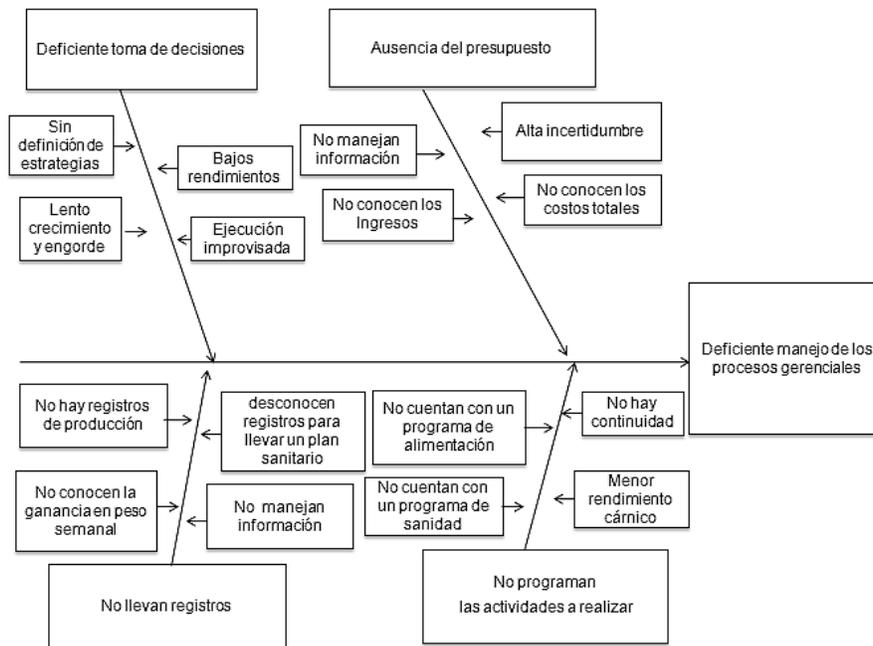


FIGURA 1. Diagrama Causa-Efecto para detectar nudos críticos de las unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Provincia del Guayas, Ecuador

Por lo tanto, la TDD se debería fundamentar en antecedentes básicos concretos, para lograr tomar las mejores decisiones posibles, teniendo por supuesto los objetivos y las metas bien definidos. La TDD debería tener su punto de partida en la planificación, revisando las limitaciones que se podrían presentar, organizando, integrando, supervisando, realizando seguimiento y control apropiado en cada una de las UP de C. Pese a que los P están realizando diferentes actividades relacionadas con los C y las consideraron importantes, es necesario manejar muy bien todos los aspectos relacionados con la TDD para cada UP, de acuerdo a cada situación real que se presente, con estrategias definidas previamente, buscando obtener mejores rendimientos.

Ausencia del presupuesto (AP)

El 95,76% de los P (249) no realizaron un presupuesto, no conocen los ingresos, costos totales, no manejan información, presentándose una alta incertidumbre (FIG. 3).

En cada UP de C se requiere de la realización oportuna de una serie de prácticas, tendientes a mantener la producción de la misma, a niveles de productividad por encima del umbral económico aceptable, pero es de gran necesidad que exista un presupuesto previamente elaborado, buscando que los P sean cada día (d) más competitivos, generando cambios que se adapten a sus UP para poder mantenerse en el tiempo siendo exitosos y no solamente conozcan cuánto dinero perciben en una sem o en un mes, sino que adviertan también cuanto fueron los ingresos totales, costos totales, entre otros.

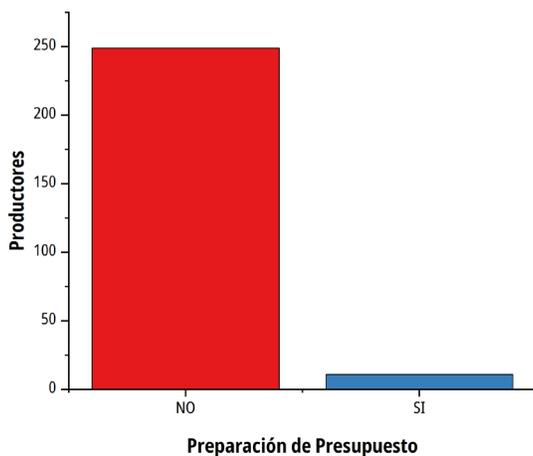


FIGURA 3. Ausencia del presupuesto en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Provincia del Guayas, Ecuador

No llevan registros (NR)

De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró que el 93,07 % de los P (242), no utiliza registros, solo el 6,93 % de los P (18) si llevó registros en su UP; donde se evidencia, que no hay registros de producción, no manejan información, desconocen registros para llevar un plan sanitario, no conocen la ganancia en peso (GdP) semanal de los C, entre otros (FIG. 4).

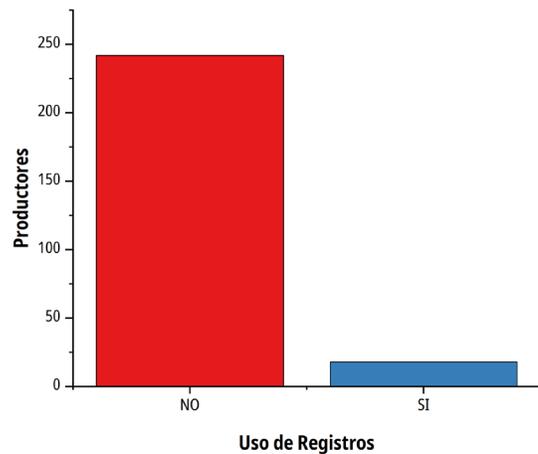


FIGURA 4. Uso de registro por parte de Productores en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Provincia del Guayas, Ecuador

Al respecto, Silva y col. [21] indicaron, que la mayoría de los P utiliza registros manuales sin información sistematizada que permita evaluar el ejercicio económico. Además, se encontró que la forma, el número, tipo de registro y las personas involucradas en el proceso no presentan los mecanismos más adecuados para llevar registros. En este contexto, Nava y col. [18] señalaron que al llevar registros, los P podrían trabajar en forma más ordenada y eficiente al programar sus actividades, con un plan de acción que ayude a solucionar problemas, y aprovechar las oportunidades que se presenten.

En el sistema de manejo de C, es útil manejar registros para mantener el control de los animales, los cuales permiten conocer los aspectos de producción de mayor interés. Se debe tomar en cuenta la fecha del empadre (inicio de la etapa reproductiva) y de los partos, conocer el número de partos por año, tamaño de camada, conocer y llevar registros de las GdP, consumo de materia seca, CA, relación entre incremento de peso y CA registrado, entre otros [6]; para Lozada y col. [14] se debe conocer cómo mejorar significativamente la GdP y la CA, así como los costos de producción, relación beneficio costo, edad óptima económica de beneficio, entre otros.

Por lo tanto, es de gran importancia unificar criterios de manejo por parte de los P, en relación al peso de los C y la GdP semanal, con una vinculación de los involucrados, con recomendaciones y situaciones deseadas para mejorar la producción de los C, como una actividad pecuaria tan relevante en las zonas rurales.

No programan las actividades a realizar (NPA)

El 88,07 % de los P (229) no realizaron planificación de las actividades a realizar en las UP, solo el 11,93 % de los P si realizó la planificación (31 P), por lo que se refleja que no cuentan con un programa de sanidad, no cuentan con un programa de alimentación, no existiendo continuidad, con un menor rendimiento cárnico, entre otros (FIG. 5).

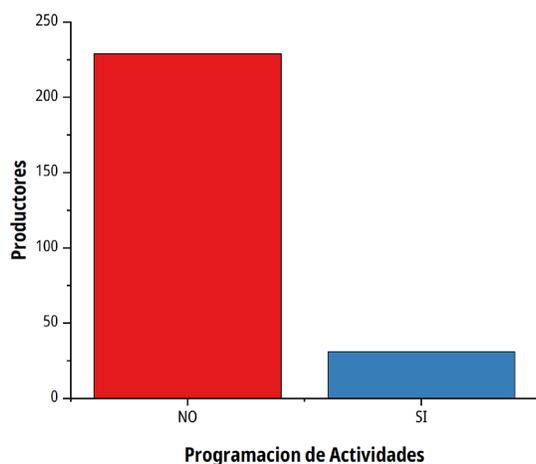


FIGURA 5. Programacion de actividades por parte de Productores en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Provincia del Guayas, Ecuador

La aplicación de la función planificación se caracterizó por una deficiente ejecución. Hubo un grado importante de P de C que no realizaron actividades fundamentales para la planificación operativa en las UP. Como parte de la planificación se deberían fijar metas y objetivos, realizando un manejo apropiado de los problemas, tomando las decisiones, considerando los resultados obtenidos en las producciones anteriores. Se debería realizar la planificación de actividades por escrito, tomando en cuenta la productividad, ingresos, costos, entre otros; cómo se va a trabajar la UP durante un tiempo determinado, que incluya el monitoreo y evaluación de la misma.

Siendo de gran importancia que los P de C planifiquen todas las actividades a realizar, que utilicen herramientas eficientes de planificación y puedan conocer los resultados del proceso en un determinado periodo, poder evaluar y efectuar los correctivos en aquellos aspectos que estén incidiendo en la obtención de los mejores resultados. Los P planificaron algunas actividades, pero no consideraron realizar dicha planificación de forma escrita, de manera que pudieran asegurar el logro de los objetivos; realizando la ejecución improvisada de actividades que serían trascendentales por la necesidad de las mismas en un momento determinado en el manejo de los C.

Según Silva y col. [21] se observan procesos de planificación con deficiencia en los criterios empresariales para definir la misión del negocio, el cortoplacismo de las metas, el hecho de no planificar por escrito, y con un tiempo de antelación muy corto, la ausencia de presupuestos y cronogramas de actividades. En este sentido, para Meza y col. [16] en la cría de C se descuidan aspectos importantes como una adecuada alimentación, manejo, higiene, entre otros, dando lugar a que no se alcancen buenos índices reproductivos y productivos. La nutrición juega un rol importante en una UP. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los C permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades en cada una de las fases biológicas por las que atraviesa (gestación, lactancia, engorde).

En este contexto, también se deben llevar registros del programa de alimentación; Masaquiza y col. [15] indicaron, que es muy importante conocer los requerimientos nutricionales que deben estar presentes en la dieta alimenticia diaria para que los C puedan desarrollarse y reproducirse con normalidad. Según Lozada y col. [14] debe existir una suplementación desde antes del inicio del empadre para mejorar la fertilidad, tamaño de camada, índice de productividad, entre otros. Se deberían utilizar diferentes alternativas con alto potencial productivo y alto valor nutritivo para mejorar la alimentación, intentando no incrementar los costos de producción [19].

Por lo tanto, al programar las actividades, se debe realizar el programa de alimentación, siendo uno de los aspectos más importante, ya que una alimentación insuficiente en calidad y cantidad, trae como consecuencia una serie de trastornos. Todos los P señalaron la importancia de la alimentación, pero sin un programa establecido; conocer los requerimientos nutritivos de los C podría permitir elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción.

En este sentido, Andrade y col. [2] señalaron, que es importante la disponibilidad de los nutrientes y la frecuencia, para lograr los rendimientos productivos de esta especie. Para Lozada y col. [14] se deben mejorar los sistemas de alimentación de los animales como forma de obtener un mayor rendimiento cárnico y la reducción de los costos de producción. Los ensayos realizados se orientan a la alimentación de C con balanceados formulados con la inclusión de ingredientes alternativos [17].

Finalmente, identificados los NC, se deberían establecer los objetivos, las estrategias y las acciones a seguir. Siendo urgente establecer planes de desarrollo, que busquen mejorar la calidad de vida, con una relación y complemento entre los involucrados, para que mejoren con base a sus propios recursos y capacidades, que se organicen y que participen en la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

Los NC que limitaron el PG en las UP de C fueron DTD, AP, NR, y NPA.

Los P al identificar los NC deberían analizar cuáles son los factores que inciden en la producción de C; planificando, revisando que necesidades existen, realizando ajustes, utilizando registros, con la necesidad de mejorar el manejo de los C, la productividad y los ingresos netos; tomando en cuenta los costos de producción, con la elaboración del presupuesto, con supervisión y ajustes.

Se presentó un desconocimiento de los P en definir estrategias para luego tomar decisiones en beneficio de la UP, de acuerdo a cada situación real que se presente, con estrategias definidas previamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALIAGA, L.; MONCAYO, R.; RICO, E.; CAYCEDO, A. Producción de cuyes. **Aspectos generales de los cuyes**. Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima, Perú. 808 pp. 2009.
- [2] ANDRADE, V.; FUENTES, I.; VARGAS, J.; LIMA, R.; JÁCOME, A. Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. **Rev. Electr. Vet.** 17(1): 1-7. 2016.

- [3] ARIAS, F. El proyecto de investigación. **Introducción a la Metodología Científica**. 6ª Ed. Ed. Episteme. Caracas, Venezuela. 143 pp. 2012.
- [4] AVILÉS, D.; MARTÍNEZ, A.; LANDI, V.; DELGADO, J. El cuy (*Cavia porcellus*): un recurso andino de interés agroalimentario. **Anim. Genet. Res.** 55: 87-91. 2014.
- [5] CAMINO, J.; HIDALGO, V. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. **Rev. Invest. Vet. Perú.** 25(2): 190-197. 2014.
- [6] CARBAJAL, C. Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el valle del Mantaro. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. Trabajo de Grado. 78 pp. 2015.
- [7] CENTANARO, P.; NAVA, J. Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de banano, Milagro, Ecuador. **Rev. CEA.** 7(13): e1554. 2021.
- [8] CRUZ, M. Comportamiento productivo de progenies F2 de cuatro cruzamientos entre grupos raciales de cuyes (*Cavia porcellus*) de hembras F1 con machos macabeo y peruano mejorado. Tumbaco-Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Trabajo de Grado. 80 pp. 2013.
- [9] HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, L. Metodología de la investigación. **Definición del tipo de investigación**. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México. 152 pp. 2010.
- [10] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. (INAMHI). Boletín Agroclimático Decadal informativo. Litoral ecuatoriano, situación climatologica y perspectivas. No. DEI-BAD-30-2018. Quito. 42 pp. 2018.
- [11] ISIKAWA, K. ¿Qué es el control total de la calidad? Editorial Norma. Venezuela. 232 pp. 2003.
- [12] JURADO, H.; CABRERA, E.; SALAZAR, J. Comparación de dos tipos de sacrificio y diferentes tiempos de maduración sobre variables físico-químicas y microbiológicas de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). **Rev. Invest. Med. Vet. Zoot.** 63(3): 201-217. 2016.
- [13] LÓPEZ, M. Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y Perú. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. Trabajo de Grado. 91 pp. 2016.
- [14] LOZADA, P.; JIMÉNEZ, R.; SAN MARTÍN, F.; HUAMÁN, A. Efecto de la inclusión de cebada grano y semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo de beneficio de cuyes. **Rev. Invest. Vet. Perú.** 24: 25-31. 2013.
- [15] MASAQUIZA, M.; DIEGO, A.; PEREDA, J.; CURBELO, L.; FIGUEREDO, R.; CERVANTES, M. Intensificación de los sistemas agropecuarios y su relación con la productividad y eficiencia. Resultados con su aplicación. **Rev. Prod. Anim.** 29(2): 57-64. 2017.
- [16] MEZA, G.; CABRERA, R.; MORÁN, J.; MEZA, F.; CABRERA, C.; MEZA, C.; MEZA, J.; CABANILLA, M.; LÓPEZ, F.; PINCAY, J.; BOHÓRQUEZ, T.; ORTIZ, J. Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. **IDESIA, Chile.** 32(3):75-80. 2014.
- [17] MORALES, A. Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. **Rev. Invest. Vet. Perú.** 22: 177-182. 2011.
- [18] NAVA, J.; SÁNCHEZ, A.; ORTEGA, J. Gestión de planificación económica en el cultivo del plátano en el estado Zulia, Venezuela. **Rev. Fac. Agron. LUZ.** 34: 371-396. 2017.
- [19] RODRÍGUEZ, I.; GUEVARA, E. Producción de materia seca y valor nutritivo de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* en el sur del estado Anzoátegui, Venezuela. **Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.** 2: 589-594. 2002.
- [20] SÁNCHEZ, A.; SÁNCHEZ, S.; GODOY, S.; DIAZ, R.; VEGA, N. Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus*) en la zona de la Maná. **Rev. Cien. Tec. Ecuador.** 2: 25-28. 2009.
- [21] SILVA, D.; RINCÓN, N.; PÉREZ, Y.; PEÑA, M.; URDANETA, F. Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades de producción de ganadería de doble propósito del municipio Machiques de Perijá, estado Zulia. **Rev. Fac. Agron. LUZ.** 24(3): 547-576. 2007.
- [22] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT User's guide, Rel. 9.1.3 Cary, NC. 2014.
- [23] URDANETA, K. Gestión de proyectos en consejos comunales del municipio Maracaibo. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. División de estudios para Graduados. Maracaibo, Venezuela. Tesis doctoral. Venezuela. 423 pp. 2010.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La REVISTA CIENTÍFICA de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia es una revista internacional que recibe trabajos para publicación en las formas de artículos científicos originales no publicados, notas técnicas, cartas al editor y revisiones bibliográficas requeridas por el Comité Editorial. Como excepción a la condición de no publicado, podrán considerarse artículos que en forma completa o parcial hayan sido publicados en memorias de reuniones científicas de limitada circulación. Cualquier otra circunstancia debe ser explicada a la Oficina Editorial al momento del envío. Las cartas al editor deben contener comentarios útiles acerca de material publicado en la REVISTA CIENTÍFICA. La meta de publicar estas cartas es contribuir al intercambio constructivo de ideas y puntos de vista, con beneficios para la comunidad científica y para la REVISTA CIENTÍFICA. La aceptación de cartas al editor dependerá de la decisión del Comité Editorial. Para publicaciones como artículos científicos, notas técnicas y cartas al editor se aceptan como lenguajes tanto el español como el inglés.

Las revisiones bibliográficas serán escritas en el idioma inglés y no se aceptan más de dos autores, los cuales deben tener experiencia científica comprobada en el tópico propuesto. Sin embargo, trabajos extensos de edición para corregir lenguaje no se ofrece. Por tanto, los autores deben hacer revisar sus artículos por expertos con sólidos conocimientos de gramática, sintaxis y estilo de la escritura científica.

El uso inapropiado del lenguaje puede conllevar al rechazo temporal de un artículo. Todos los artículos recibidos serán revisados en su forma y contenido por 3 expertos reconocidos usando el método del doble ciego.

Los artículos deben abordar aspectos relacionados a las áreas de la medicina veterinaria, producción animal, economía agropecuaria, salud pública vinculada a las ciencias veterinarias (zoonosis), reproducción animal, tecnología de alimentos y vida silvestre. La aceptación de artículos que aborden cualquier otro tipo de tópicos relacionados será discutida por el Comité Editor. Aunque no de manera restringida, REVISTA CIENTÍFICA enfatiza en la publicación de información científica generada en zonas tropicales y subtropicales, o de aplicabilidad tropical.

El contenido de los artículos debe representar una contribución significativa al cuerpo del conocimiento científico y debe reunir además los requerimientos siguientes:

1. Originales.

Los artículos deben ser enviados con una carta de acuerdo entre los autores. En esta carta, el autor responsable y los co-autores deben declarar que el artículo enviado no ha sido publicado previamente, así como su aprobación con respecto a la forma y contenido. La firma de todos los autores debe ser incluida. Los manuscritos deben ser escritos en letra Arial, tamaño 12 pts, a doble espacio y no más de 20 páginas, colocando en la primera página la información referente al título del trabajo (español, inglés), autores y la afiliación institucional, comenzando la segunda página con el resumen y abstract. Los cuatro márgenes serán de 2 cm. Todas las páginas deben estar numeradas consecutivamente y los números de línea deben ser impresos en cada página (empezando con 1 en cada página) para mayor facilidad de referencia para los revisores. Se recomienda enviar el artículo al correo electrónico revistafcv@gmail.com en formato Word. Recomendamos usar ". Doc" en lugar de ". Docx", por posibles problemas de incompatibilidad. Las tablas, figuras y anexos deben incluirse dentro de documento, justamente después de ser citados en el texto. Los artículos deben ser inéditos y no haber sido enviados a otra revista.

Todos los trabajos aceptados pasan a ser propiedad de la REVISTA CIENTÍFICA.

Los artículos deben contener: Título y resumen (español e inglés), introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones e implicaciones, agradecimiento y referencias bibliográficas.

2. Título.

El título debe describir la esencia del artículo de manera clara y concisa, debiendo aparecer en español e inglés. Debe incluirse un título corto para ser usado como tope de página.

3. Autores.

Todos los autores deben ser listados por su nombre completo en el orden respectivo (nombres y apellidos) dejando un espacio debajo del título. Si trae dos apellidos deben separarse por un guion. El número de autores es ilimitado. Excepciones deben ser requeridas por escrito al Editor-Jefe por medio de una carta explicativa, especialmente cuando los autores pertenezcan a instituciones diferentes. La afiliación institucional de los autores debe ser señalada mediante numerales superíndices, y con un asterisco superíndice al autor para correspondencia. Seguido al asterisco superíndice, deberá indicarse teléfono, fax y/o dirección electrónica del autor para correspondencia. Así mismo, deben indicar la identificación ORCID de cada uno de los autores.

4. Resumen.

En español e inglés con un máximo de 300 palabras y comenzando en la segunda página del manuscrito. Para un apropiado uso del lenguaje y estilo, se recomienda consultar con un experto.

5. Palabras clave.

Estas son necesarias para la ubicación del trabajo en índices internacionales y bases de datos. Incluir un máximo de 5, en español e inglés en el resumen y abstract, respectivamente. Deben estar separadas con punto y coma.

6. Tablas.

Deben citarse apropiadamente en el texto luego de ser nombradas, identificadas y enumeradas consecutivamente con números romanos. El encabezamiento debe ser conciso y descriptivo. Abreviaciones o símbolos deben ser explicadas al pie de la tabla. El encabezamiento debe ir sobre la tabla con la letra inicial en mayúsculas, en español o inglés, dependiendo del idioma en que el trabajo fue escrito; no ambos simultáneamente. No se aceptan fotocopias. Las tablas deben ser tan simples como sea posible y auto explicativas con el encabezamiento y notas al pie, permitiendo su comprensión sin necesidad de recurrir o referir el texto, no se aceptan referencias bibliográficas en las tablas.

7. Figuras.

Se puede incluir tanto fotografías como gráficos. Las figuras deben citarse apropiadamente en el texto inmediato a su señalamiento, identificadas y enumeradas consecutivamente usando números arábigos. El encabezamiento debe ser conciso y descriptivo, debiendo colocarse debajo de la figura con la letra inicial en mayúsculas, en español o inglés, dependiendo del idioma en que el trabajo fue escrito; **no en ambos idiomas**. No se aceptan fotocopias. Las fotografías deben ser identificadas en el reverso con un número y una flecha indicando la orientación correcta. En los casos de microfotografías, debe indicarse la magnificación usada.

8. Conclusiones:

Las mismas deben ser claras y precisas en ellas no se aceptan llamados a Referencias Biográficas.

9. Agradecimiento:

Sólo serán aceptadas agradecimientos institucionales.

10. Referencias Bibliográficas.

Deben presentarse en una lista numerada y en estricto orden alfabético. Deben ser citadas en el texto (en orden cronológico) usando números arábigos entre corchetes. Estos números deben parearse con los de la lista de referencias bibliográficas. No se aceptan como referencias trabajos no publicados, artículos de periódicos o revistas populares ni comunicaciones personales. Evite el uso excesivo de literatura no arbitrada (e.g., libros, manuales, referencias electrónicas en exceso, etc.). No deben citarse resúmenes, a menos que sean la única referencia en relación a un aspecto importante. Los autores son responsables del uso correcto y presentación de las referencias.

No se permiten citas bibliográficas en el Resumen, abstract ni en Conclusiones, en Tablas y Figuras.

Los siguientes son ejemplos recomendados de como citar la bibliografía:

Revistas:

[1] MARQUEZ, E.J.; BARBOZA DE M., Y.; IZQUIERDO, P. Studies on the incorporation of bovine plasma in emulsion type of meat products. **J. Food Sci. Tech.** 34:337-339. 1997.

[2] ALVAREZ, R.; VACCARO, L.; VACCARO, R.; VERDE, O.; RIOS, L.; MEJIAS, H. Estimation of weights of dual purpose calves from body measurements. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** IX (6): 502-507. 1999.

Libros:

Deben señalarse, después de los autores, el título del tema consultado en el texto (no capítulo), seguido de En: o In: (dependiendo del idioma) y título del libro (en renegrido). Luego, los nombres de los editores, si los hay, finalizando con (Ed. o Eds.).

[1] LEELAND, W.W. Steady state kinetics. In: **The Enzymes**. Boyer, P. (Ed.). 2nd Ed. Academic Press, New York. 66 pp. 1970.

[2] LOOSE-MITCHELL, D.S.; STANCEL, G.M. Estrogens and progestagens. In: **The Pharmacological Basis of Therapeutics**. Hardman, J.G., Limbird, L.E.; Goodman-Gilman, A. (Eds.). 10th Ed. McGraw Hill, New York, Pp 1613-1651. 2002.

Memorias:

Debe señalarse después del nombre del evento (en renegrido), el lugar, fecha de realización del mismo. Las páginas deben señalarse seguidas de pp.

[1] EDDI, C. Distomatosis, epidemiological and economic aspects of this zoonosis. **Proc. Symposium on the Epidemiology of Foodborne Parasitic Zoonoses. P:A:H:O:W:HO Latin American Congress of Parasitology. I Uruguayan Congress of Parasitology.** Montevideo. 03/25-29. Uruguay: Pp 50-59 pp 1997.

[2] FARIA, M.H.; TONHATI, H.; NADER-FILHO, A.; DUARTE, J.M.C. Milk production and some constituents in two buffalo herds in São Paulo State, Brazil. **Proceeding 5th World Buffalo Congress.** Caserta, 10/13-16. Pp 30-38. 1997.

Referencias electrónicas:

No se aceptan referencias electrónicas a menos que sean trabajos arbitrados, boletines o comunicaciones respaldadas por instituciones científicas. Evite el uso excesivo de este tipo de referencias. En tales casos, estas referencias deben incluir: autor(es), título del trabajo, y el año del trabajo. Institución(es) que la respaldan. Luego se coloca: En Línea: On Line: (dependiendo del idioma), seguido de la página web consultada, y finalmente, la fecha de consulta. Ejemplo:

[1] FERNÁNDEZ, M.A. Manejo de la calidad de la dieta. 2005. La Mañana (Suplemento) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. En Línea: <http://www.lamañana.com.ar/html>. 01/12/05.

MUY IMPORTANTE: Cuando un trabajo sea devuelto a la Revista previamente corregido por los autores, no podrá ser sometido a corrección posterior a su publicación.

GUIDE FOR AUTHORS

The REVISTA CIENTÍFICA from the Faculty of Veterinary Medicine, Universidad del Zulia is an international journal that receives submissions for publication in the form of original and unpublished manuscripts, technical notes, letters to the editor, and those review articles requested by the Editorial Board. Exceptions to the unpublished condition include the complete or partial publication in scientific meeting proceedings with limited circulation. Any other circumstance should be explained to the Editorial office at the moment of submission. The letters to the editor must contain useful comments on material published in the journal. It is the goal that publication of such letters may contribute to a constructive exchange of views with benefits to both the scientific community and the journal. Acceptance of submitted letters will depend upon decision of the Editorial.

For publications such as scientific papers, technical notes and letters to the editor are accepted as both languages Spanish and English. Literature reviews will be written in English and no more than two authors are accepted, whose must have scientific expertise in the proposed topic. Extensive editing to correct language is not available. Hence, authors should have their manuscripts reviewed by experts with solid knowledge on spelling, grammar, syntax and scientific writing style. Misused and inappropriate language may lead to temporal rejection of a manuscript. All submissions will be reviewed in their form and content by 3 recognized experts using the method of double blind.

Manuscripts must deal with aspects related to the fields of veterinary clinical sciences, animal production, agricultural economic, public health related to veterinary sciences, animal reproduction, food technology related to animal products and wild life. Acceptance of manuscripts dealing with any other type of related topics will be discussed by the Editorial Board. Although not restricted to, REVISTA CIENTÍFICA emphasizes on publishing scientific information generated from tropical and subtropical zones or with tropical applicability. The content of manuscripts should add significant contribution to the body of scientific knowledge and must meet the following requirements:

1. Originals.

Manuscripts should be submitted together with an author agreement letter. In such letter, the responsible author and co-authors should declare the unpublished condition of the material and their agreement on the form and content of the manuscript. Signatures of all, the responsible author and co-authors should be included. Manuscripts should be written in Arial, 12-point font, with 2.0 spaced and not more than 20 pages. It should be sent by email to revistafcv@gmail.com, placing on the first page the information about the title of the work (Spanish, English), authors and institutional affiliation, starting second page with abstract. The four margins will be 2.0 cm. All pages should be numbered consecutively, and line numbers should be printed on each page (starting with 1 on each page) to facilitate ease of reference for the reviewers. In Word format as a unique file; we encourage to use .doc files. Tables, figures and appendices should be included into the same Word document. Manuscripts should be in edit and not sent to any other journal.

All accepted manuscripts become property of REVISTA CIENTÍFICA.

Manuscripts must contain: Title, abstract (English-Spanish), introduction, materials and methods, results and discussion, conclusions and implications, acknowledgement, and bibliographic references.

2. Title.

The title should describe the essence of the manuscript in a very clear and concise manner. It should appear in both, English and Spanish. A short title to be used as a head page running title should be also included.

3. Authors.

Leaving a space below the title, all authors must be listed with full names in the respective order (first names and last names). List of authors is unlimited. Use superscript numbers to match institutional affiliation of authors and a superscript asterisk to identify the corresponding author. Matching the superscript numbers, the institutional affiliation and current address of all authors should be provided. Likewise, matching the asterisk symbol, telephone and fax numbers and e-mail address of the corresponding author should be included. ORCID ID is necessary for all authors.

4. Abstract.

In Spanish and English with a maximum of 300 words and starting on the second page of the manuscript. For an appropriate use of language and style, it is recommended to consult with an expert. Bibliographic references are not accepted.

5. Key words.

These are necessary for placement in international indexes and databases. Maximum of 5, in English and Spanish accordingly with abstracts, separated with dot and semicolon.

6. Tables.

These should be appropriately cited in the text and must be identified and consecutively numbered using Roman numerals. A concise and descriptive heading is requested. Abbreviations or symbols should be explained in a caption below the table. Title must be above the table with the first initial in capital letters. Title should be presented in both, in Spanish or English, depending of the language in which the work was written, no simultaneously. Xerox copies will not be accepted. Keep tables as simple as possible. Tables are self-contained with the title and footnotes providing all information to understand the table without referring the text separated with semicolon. Tables should be included in the text immediately after mentioning them.

7. Figures.

These include both photographs and graphs. Figures should be appropriately cited in the text and identified and consecutively numbered using Arabic numerals. A concise and descriptive heading is requested. Title must be above the table with the first initial in capital letters. Title should be presented in both, in Spanish or English, depending of the language in which the work was written, no simultaneously. Xerox copies will not be accepted. Photographs should

be identified on the back by number and an arrow indicating the correct orientation. When a microphotograph is used, the magnification used should be indicated. Photographs and Figures should be included in the text immediately after mentioned.

8. Acknowledgment:

Only institutional acknowledgments are allowed.

9. Conclusions:

Clear and precise. Bibliographic references are not accepted.

10. Bibliographic references:

These must be presented in a numbered list organized in a strict alphabetical order. References should be cited in the text in chronological order, using Arabic numbers between brackets. These numbers should be matched with the ones on the bibliographical references list. Unpublished works, newspaper or popular magazines articles, and personal communications are not accepted as references. Avoid the excessive use of non-peer reviewed material (e.g., books, handbooks). Abstract should not be cited unless it is the only available reference to an important concept. Authors are responsible for the correct use and presentation of Bibliographic cites, are not permitted in Abstract, Conclusions, Tables and Figures.

The following are recommended examples:

Journals:

[1] MARQUEZ, E.J.; BARBOZA DE M., Y.; IZQUIERDO, P. Studies on the incorporation of bovine plasma in emulsion type of meat products. **J. Food Sci. Tech.** 34:337-339. 1997.

[2] ALVAREZ, R.; VACCARO, L.; VACCARO, R.; VERDE, O.; RIOS, L.; MEJIAS, H. Estimation of weights of dual purpose calves from body measurements. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** IX (6): 502-507. 1999.

Books:

After the authors should be included title of the consulted topic or theme in the book (no chapter) followed by In: and title of the book (in black letters). After that, the names of the Editors, if there are, followed by (Ed. or Eds.).

[1] LEELAND, W.W. Steady state kinetics. In: **The Enzymes**. Boyer, P. (Ed.). 2nd Ed. Academic Press, New York. 66 pp. 1970.

[2] LOOSE-MITCHELL, D.S.; STANCEL, G.M. Estrogens and progestagens. In: **The Pharmacological Basis of Therapeutics**. Hardman, J.G., Limbird, L.E.; Goodman-Gilman, A. (Eds.). 10th Ed. McGraw Hill, New York, Pp 1613-1651. 2002.

Proceedings:

After the event name (in black letters) should be included the place, date and country of the event. The pages should be finalized with "pp for total pages or Pp for consulted pages.

[1] EDDI, C. Distomatosis, epidemiological and economic aspects of this zoonosis. **Proc. Symposium on the Epidemiology of Foodborne Parasitic Zoonoses. P:A:H:O:W:HO Latin American Congress of Parasitology. I Uruguayan Congress of Parasitology**. Montevideo. 03/25-29. Uruguay: Pp 50-59. 1997.

[2] FARIA, M.H.; TONHATI, H.; NADER-FILHO, A.; DUARTE, J.M.C. Milk production and some constituents in two buffalo herds in São Paulo State, Brazil. **Proceeding 5th World Buffalo Congress**. Caserta, 10/13-16. Italy. 140 pp 1997.

Electronic references:

Electronic references are not accepted unless these are peer reviewed manuscripts, bulletins or communications supported by scientific institutions. Avoid the excessive use of this type of references. For such cases, the on-line references must include: authors, title of the work, year of the work, institution that support the work. Later On Line: not under line followed by the consulted web and the complete consult date.

[1] FERNÁNDEZ, M. A. Manejo de la calidad de la dieta. 2005. La Mañana (Suplemento) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. En Línea: <http://www.lamañana.com.ar/html>. 01/12/05

VERY IMPORTANT: When a manuscript is returned to the Journal, previously corrected by the authors, it won't be able to be subjected to later corrections after publishing.



UNIVERSIDAD DEL ZULIA

REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN



Estimado colega,

La Revista Científica (RCV) está aceptando artículos científicos para su publicación. La RCV publica artículos solicitados y no solicitados de alta calidad, en español e inglés, en todas las áreas de las Ciencias Veterinarias. Todos los artículos publicados en RCV serán revisados por árbitros cualificados.

Nuestro objetivo es informar a los autores de la decisión sobre su manuscrito en un plazo de ocho semanas desde su entrega. Tras la aceptación de su artículo, el mismo será publicado en el número inmediatamente disponible.

Una de las herramientas claves para los investigadores a nivel mundial, es poder disponer de libre acceso a las publicaciones. Y dado que la Revista Científica de Veterinaria está plenamente comprometida con este objetivo, la misma posee el libre acceso a todos los artículos tan pronto como se publiquen y en su base de datos se encuentra desde el primer número editado en 1991.

Es así que en nombre del comité editor, le solicito su apoyo para que esta iniciativa continúe, mediante la publicación de sus documentos en esta revista.

Las instrucciones para autores y otras informaciones adicionales pueden ser consultadas en nuestra página <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/instrucciones>.

Aquellos autores interesados en publicar deberán enviar su manuscrito(s) al correo electrónico: revistafcv@gmail.com o revista@fcv.luz.edu.ve.

Saludos cordiales,

Dr. Mario Pérez Barrientos

Editor Jefe

Revista Científica de Veterinaria



UNIVERSIDAD DEL ZULIA

REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN



Dear Colleague,

The Revista Científica (RCV) is currently accepting manuscripts for publication. RCV publishes high-quality solicited and unsolicited articles, in Spanish and English, in all areas of Veterinary Science. All articles published in RCV will be peer-reviewed.

Our objective is to inform authors of the decision on their manuscript within eight weeks of submission. Following acceptance, a paper will normally be published in the next available issue.

One key request of researchers across the world is open access to research publications. Revista Científica Veterinaria is fully committed to providing free access to all articles as soon as they are published. We ask you to support this initiative by publishing your papers in the journal.

Instruction for authors and other details are available on our website <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/instrucciones>.

Prospective authors should send their manuscript(s) revistafcv@gmail.com or revista@fcv.luz.edu.ve

Best regards,

Dr. Mario Pérez Barrientos

Chief Editor

Revista Científica de Veterinaria



UNIVERSIDAD DEL ZULIA
REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN
Vol. XXXI (3) 2021

ÍNDICE	Pag.
EDITORIAL	80
Medicina Veterinaria	
Efecto de la tintura de Propóleo vs Clorhexidina en el tratamiento de la Enfermedad Periodontal en caninos domésticos	81
Efecto del Avance de la Tuberosidad Tibial (ATT) sobre la fuerza del tendón Patellar en Articulación de Rodilla Canina bajo Fuerza Femoral Caudal	87
Detección de Mastitis Subclínica Bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la Provincia del Cañar – Biblián, Ecuador	93
Producción Animal	
Estudio de las fluctuaciones de Metano (CH ₄) y Dióxido de Carbono (CO ₂), en dos galpones de producción bovina para leche de Paraguay (intensivo y semi-intensivo), utilizando tecnología “IoT”	99
Variabilidad genética de dos subpoblaciones de Cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) nativos del sur del Ecuador	107
Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Ecuador	115
INDEX	Pag.
EDITORIAL	80
Veterinary Medicine	
Effect of Propolis dye vs Chlorhexidine in the treatment of Periodontal Disease in domestic canines	81
The effect of Tibial Tuberosity Advancement on Patellar tendon force in Canine Stifle Joint under Caudal Femoral Drawer	87
Detection of Subclinic Bovine Mastitis and associated factors, in dairy farms of the Province of Cañar – Biblián, Ecuador	93
Animal Production	
Study of the fluctuations of Methane (CH ₄) and Carbon Dioxide (CO ₂), in bovine production bars for milk from Paraguay, using “IoT” technology	99
Genetic variability of two sub-populations of native Guinea Pig (<i>Cavia porcellus</i>) from southern Ecuador	107
Critical nodes of management processes in productive units of Guinea Pigs fattening in Milagro, Ecuador	115