

ISSN: 2027- 4297



Revista Colombiana de Ciencia Animal

Órgano de difusión de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad de Sucre
Sincléjo - Colombia

UNIVERSIDAD DE SUCRE
Carrera 28 Nro. 5-267
Barrio Puerta Roja, Sincléjo, Colombia
Teléfonos: (57) (5) 2821240 – 2825736
2820855 – 2820330 Fax. 102

Volumen 8 Número 2 • Julio – Diciembre • 2016
Volume 8 Issue 2 • July – December • 2016



REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL

COLOMBIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

La **REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL** (Colombian Journal of Animal Science) (RECIA), es la revista científica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sucre, Colombia. Publica artículos originales e inéditos, notas cortas, relatos de casos, artículos técnicos, revisiones de literatura preparados por investigadores científicos del orden nacional e internacional, que contribuyen con sus trabajos en las áreas de la Ciencia Animal, Medicina Veterinaria, Zootecnia, Biología Productiva, Extensión Rural, Manejo e Investigación en Fauna Silvestre, Conservación, Ecología, Agroecología, Ciencias Agrícolas y Microbiología del Suelo, y otros tópicos que a juicio del Comité Editorial sean de interés general.

Abreviatura: La abreviatura de su título: **Rev Colombiana Cienc Anim**

Manuscritos y correspondencia: Enviar por medio electrónico al Editor o editores asociados de la Revista RECIA, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Sucre –Colombia. Teléfono: (5)2490304. Celular (035)3126158428

Correos:

delaossaeditor@unisucre.edu.co

jaime.delaossa@unisucre.edu.co

reciaeditor@unisucre.edu.co

reciadonicer@unisucre.edu.co

reciarene@unisucre.edu.co

reciaalexande@unisucre.edu.co

Preparación de manuscritos: En la sección instrucciones de los autores, se puede obtener la información al respecto, este documento puede ser consultado en la siguiente URL:
<http://www.recia.edu.co/autores.html>

Frecuencia: La Revista Colombiana de Ciencia Animal (Colombian Journal of Animal Science) – RECIA, es publicada dos veces al año en los meses de junio y diciembre.

Reproducción de los artículos: La reproducción de cualquier artículo publicado en la Revista solo es permitida con la citación de la fuente, siendo prohibido el uso comercial de las informaciones. El contenido y las ideas expuestas en las publicaciones son responsabilidad del autor o los autores.

Publicidad: La revista RECIA y la Universidad de Sucre aclaran que la aceptación de publicidad no compromete la aprobación ni el respaldo de los productos o servicios que contraten pautas comerciales o de difusión.



CUERPO EDITORIAL

EDITOR

Jaime De La Ossa Velásquez, Ph.D.
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia

EDITORES ASOCIADOS

Alexander Pérez Cordero, Ph.D.
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia

Donicer Montes Vergara, Ph.D.
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia

ASISTENTE EDITORIAL

Luis Carlos Salgado Arroyo, Ing.
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia

COMITÉ EDITORIAL – EDITORIAL COMMITTEE

Humberto Tonhati, Ph.D. Universidade Estadual Paulista, Brasil.
Oscar Agustín Villarreal Espino-Barros, Ph.D. Universidad Autónoma de Puebla, México.
Richard C. Vogt, Ph. D. University of Wisconsin. INPA. Brasil.
Carlos Edwar de Carvalho Freitas, Ph.D. UFAM/INPA, Brasil.
Oscar Vergara Garay, Ph.D. Universidad De Córdoba. Montería (Córdoba), Colombia.
René Patiño Pardo, Ph.D. Universidad de Sucre. Sincelejo (Sucre), Colombia

COMITÉ CIENTÍFICO – SCIENTIFIC COMMITTEE

Dionei José da Silva, Ph.D. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Brasil.
Manoel dos Santos Filho, Ph.D. Universida de do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Brasil.
José Cleto da Silva Filho, Ph.D. Universidade de São Paulo – USP. Brasil.
Juarez Carlos Brito Pezzuti, Ph.D. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
Lourdes Rodríguez Schettino, Ph.D. Universidad de La Habana, Cuba. La Habana, Cuba.
Aureliano Hernández Vásquez, Ph.D. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
Eduar Bejarano Martínez, Ms.C. Universidad de Sucre, Colombia. Sincelejo (Sucre), Colombia.
Rafael Bernhard, Ph.D. Universidade do Estado do Amazonas, Brasil.



CONTENIDO

EDITORIAL

- Editores y revistas científicas 140
Perez Alexander, De La Ossa Jaime, Montes Donicer

ORININALES

- Estudio ecológico del cangrejo de río, *Hypolobocera* sp (Crustacea, decapoda) en la quebrada mano de oso, jardín botánico de Popayán, municipio de Timbío, Cauca – Colombia 142
Mamián Laura, Zamora Hildier
- Cariotipo de *Leptodactylus insularum* (Anura: leptodactilidae (Barbour, 1906) presente en un fragmento de bosque seco tropical de la región caribe colombiana 151
González Henry, Correa Mileidys, Arquez Moisés, Bello Yesit, Moreno Alberto
- Frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros criollos (*Equus africanus asinus*) en el departamento de Córdoba, Colombia 159
Herrera Yonairo, Vergara Jheremmys, Ensuncho Carlos, Causil Luis
- Seroprevalencia de *Mycobacterium avium* Subsp. *paratuberculosis* (MAP) en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Caucasia, Antioquia, Colombia 167
Vélez María, Rendón Yinedy, Valencia Andrés, Ramírez Nicolás, Fernández-S Jorge
- Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia 177
Ocampo Ricardo, Gomez Caterine, Restrepo Diego, Cardona Henry
- Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río sinú, Colombia 187
Barragán Wilson, Mahecha-Ledesma Liliana, Cajas-Girón Yasmin
- Caracterización seminal de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en el departamento de Sucre 197
Carrillo-González Diego, Hernández Darwin
- Suplementación vitamínica y mineral como estrategia para reducir la incidencia de cetosis bovina en el trópico bajo 204
García Katherine, Campos Romulo, Giraldo Leonidas
- Colonización de hongos formadores de micorrizas arbusculares en raíces de pasto colosoana y angletón en cinco localidades del departamento de Sucre 214
Pérez Cristo, Peroza-Coronado Victor, Pérez-Cordero Alexander
- Habronemosis peneana en un burro criollo (*Equus asinus*) del departamento de Sucre 219
Cardona José, Violet Lina, Montes Donicer
- Duración de la gestación en el ganado bovino criollo costeño con cuernos 224
González Marco, Ossa Gustavo, Esteban Juan



REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL

COLOMBIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

REVISIONES

- Grasa sobrepasante: Aplicaciones y su proceso de obtención para la alimentación de rumiantes en el trópico 228
Duarte Jesús, Ramírez Germán, Castañeda Román

NOTA CORTA

- Notas sobre a biologia do minhocoçu *Rhinodrilus priollii* righi 1967 em fragmento florestal urbano da amazônia central, Brasil 243
Tapia-Coral Sandra, Waldez Fabiano

Editors and the scientific journals

Editores y revistas científicas

PÉREZ-CORDERO, ALEXANDER^{1*} Ph.D, DE LA OSSA V., JAIME² Ph.D,
MONTES-VERGARA, DONICER³ Ph.D.

¹Universidad de Sucre, Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Grupo de Investigación en Bioprospección Agropecuaria.

² Universidad de Sucre, Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical.

³ Universidad de Sucre, Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Grupo de Investigación en Mejoramiento y Reproducción Animal.

*Correspondencia: alexander.perez@unisucra.edu.co

Según Open Journal Systems, los editores tienen como función supervisar el proceso editorial, que comienza con la asignación de un responsable desde el momento mismo en que el manuscrito es recibido y discurre el largo camino de revisión de formato, evaluación por pares, ajustes solicitados por los árbitros, verificación de los cambios y publicación; igualmente, tienen a cargo la labor comunicativa entre autores, evaluadores y público interesado, sin dejar de lado las relaciones que la revista debe mantener con la academia y los órganos administrativos oficiales y los centros de documentación que le permiten hacer visible el trabajo llevado a cabo.

Según CAMPO VERA (2015) la función de los editores es una responsabilidad que compromete la calidad científica, académica y reputación del mismo, ya que se constituye en garante de la ética del investigador que desea publicar, al aceptar un manuscrito, sin duda, se está haciendo co-responsables de los bienes alcanzados por la investigación científica. Citando a CORTINA *et al.* (1998), esta misma autora arguye, que los editores tienen la obligación de resolver aquellas faltas de ética que atentan contra el éxito del esfuerzo personal e intelectual, realizado por los investigadores en sus respectivas academias, y que al considerar moral la conducta del investigador, se está avalando de igual manera la confianza en la calidad y la originalidad de sus resultados científicos, que al ser compartidos con otras comunidades de investigación, bien sean nacionales o internacionales, terminan siendo acreditados por la cultura científica.

No obstante, de acuerdo a lo preceptuado por RODRÍGUEZ-YUNTA y TEJADA-ARTIGAS (2013) la situación actual es frustrante para muchos investigadores que se han involucrado en la ingrata tarea editorial, que en no pocos casos los ha desgastado innecesariamente gracias a las exigencias de quienes califican su trabajo; se ha llegado incluso a penalizar a los editores por el hecho de haberse promovido, sin razón cierta, que deben ser cuidadosos de publicar en su propia revista para evitar posible endogamia. Se olvida de un tajo que los editores realizan tareas fundamentales en la gestión de la revista de forma honesta y sin el debido reconocimiento, ya que su trabajo no alcanza por parte de las agencias de evaluación una valoración acorde con el esfuerzo que significa comunicar los hallazgos científicos de una comunidad (HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, 2012), que en muchos casos, sin su revista, pasaría inadvertida y podría ser subvalorada.

En todo caso, modernamente se ha inculcado la idea, por cierto generalizada y en cierta forma inequitativa, que las revistas científicas deben buscar altos porcentajes de impacto, ser un referente fundamental en su área, aportar novedosos conocimientos y demarcar nuevas líneas de investigación, pero se olvida que el objetivo primordial es la difusión de la investigación científica y este debe ser su máximo papel y por lo tanto el mejor logro de los editores.

Referencias

- CAMPO VERA, Y. 2015. Editorial: *Revista distancia al día*. Instituto Superior de Educación Rural 1:1.
- HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, L. 2012. El rol de editor en las revistas científicas. *Revista Venezolana de Gerencia* 2:203-205
- RODRÍGUEZ-YUNTA, L.; TEJADA-ARTIGAS, C.M. 2013. El editor técnico: un perfil necesario para la profesionalización de la edición de revistas científicas en el entorno digital. *Anales de Documentación* 16(2):1-9.

Ecological study of the river crab, *Hypolobocera* sp (Crustacea, decapoda) in the mano de oso stream, Popayán botanical garden, municipality of Timbío, Cauca - Colombia

Estudio ecológico del cangrejo de río, *Hypolobocera* sp (Crustacea, decapoda) en la quebrada mano de oso, jardín botánico de Popayán, municipio de Timbío, Cauca – Colombia

MAMIÁN LÓPEZ, LAURA¹ Ecóloga, ZAMORA GONZÁLEZ, HILLDIER² M.Sc.

¹Universidad del Cauca. Grupo de estudios en biodiversidad vegetal "Sachawaira", Maestrante Recursos Hidrobiológicos Continentales. Popayán Colombia. Email: lauravml@gmail.com

²Universidad del Cauca, Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Popayán Colombia. Email: hilldier@unicauca.edu.co

Keywords:

River Crab,
Hypolobocera sp,
ecology,
Cauca,
Colombia

Abstract

The lack of studies about the ecology of the river crab *Hypolobocera* sp in the region, motivated the development of the present ecological study during six months (October of 2003 to March of 2004), on a population of crabs that inhabits the Mano de Oso stream at the Botanical Garden of Popayán, in order to contributing to the knowledge of the biodiversity in our environment and to motivating later studies that are complementary to which is presented in this work. Simple procedures for individuals sampling were followed using empiric traps inserted in the bottom of the gulch and against the current. For the trophic study of the habitat of *Hypolobocera* sp, laboratory guidelines were followed (Roldán, 1992), using portable sampling equipment for physicochemical analysis. Sampling procedure was done twice, in both dry and rainy periods. Studies of sexual dimorphism based on corporal size and possible migrations, abundance, population size and trophic level were realized with 86 individuals sampled in five points distributed along 987 m of the Mano de oso stream. Finally, some individuals were sacrificed for analyzing population's diet by identifying the stomach contents in laboratory.

Palabras Clave:

Cangrejo de río,
Hypolobocera sp,
estudio ecológico,
Cauca,
Colombia.

Resumen

La falta de estudios sobre la ecología del cangrejo de río *Hypolobocera* sp en la región, motivó el desarrollo del presente estudio ecológico durante seis meses (octubre de 2003 a marzo de 2004), sobre una población de cangrejos que habita la quebrada Mano de Oso en el Jardín Botánico de Popayán, con la finalidad de contribuir al conocimiento de la biodiversidad en nuestro entorno y motivar estudios posteriores que sean complementarios al que se presenta en este documento. Se utilizaron metodologías sencillas de captura de individuos, en época seca y época de lluvias. En cuanto a la estudio trófico del hábitat de *Hypolobocera* sp, se recurrió a trabajo de laboratorio (Roldán, 1992) y un equipo de muestro físico-químico de campo. Finalmente se sacrificaron algunos individuos para analizar la dieta de la población de estudio por medio de identificación de contenidos estomacales. Se capturaron 86 individuos, con los cuales se desarrolló el análisis sobre la abundancia y tamaño poblacional, el nivel trófico, su dimorfismo sexual basado en el tamaño corporal y posibles migraciones o desplazamientos de los individuos entre los cinco sitios de muestreo a lo largo de los 987 m de la quebrada Mano de Oso. La población de *Hypolobocera* sp se caracterizó por presentar un marcado dimorfismo sexual y el análisis de contenidos estomacales dio como resultado una marcada tendencia de la población a ser detritívora ya que en el total de muestras tomadas se encontró un 80% correspondiente a material vegetal en descomposición.

INFORMACIÓN

Recibido: 04-01-2016
Aceptado: 07-05-2016
Correspondencia autor:
[*lauravml@gmail.com](mailto:lauravml@gmail.com)

Introducción

Entre los macroinvertebrados acuáticos se encuentran los cangrejos de río, los cuales cumplen la función de detritívoros en dichos ambientes naturales (CONTRERAS, 2010). En la presente investigación, se analizó el estado trófico de la quebrada Mano de oso y de *Hypolobocera* sp, su dimorfismo sexual basado en el tamaño corporal y su densidad poblacional teniendo en cuenta posibles migraciones (movimientos de los individuos dentro de la quebrada a estudiar) (CONTRERAS, 2010), que pueden presentarse en los cinco tramos de muestreo seleccionados a lo largo de los 987 m de la quebrada Mano de Oso.

Una de las características importantes de *Hypolobocera* sp es que puede emplearse como excelente bioindicador, por su carácter estenoico, de ecosistemas de agua limpia o con un mínimo nivel de contaminación ya que condiciones de alteración hídrica pueden desplazar sus poblaciones (BARNES, 1977).

Hasta el momento no se han realizado estudios sobre la ecología del cangrejo de río *Hypolobocera* sp en la región y especialmente en las quebradas del Jardín Botánico de Popayán, siendo este un punto de partida importante para el inicio del estudio ecológico de esta población y poder contribuir al conocimiento de la biodiversidad en nuestro entorno y dar espacios importantes que contribuyan a la realización de estudios complementarios al que se presenta en este documento.

Materiales y métodos

Área de estudio: El trabajo se desarrolló en la quebrada Mano de Oso, que tiene una longitud aproximada de 987 m (MAMIÁN *et al.*, 2000), ubicada dentro del Jardín Botánico de Popayán (2° 23'N y 76° 40'O), Finca Los Robles en el municipio de Timbío, a 8 Km al sur de la ciudad de Popayán, departamento del Cauca, al sur occidente de Colombia. La quebrada Mano de Oso, es considerada como un ecosistema lótico pequeño, con un caudal que varía entre los 0,5 m³/s y 1,3 m³/s, ubicado dentro de un relicto de bosque secundario en la zona de vida Neotropical sub-andina según la clasificación de CUATRECASAS (1958), a una altitud de 1850 m (BACA y LOZANO, 1998).

Metodología: Para el desarrollo del trabajo de investigación se llevaron a cabo trabajos de

campo en conjunto con los análisis respectivos en el laboratorio.

Recolección de la información en campo: 1) Reconocimiento del área de estudio. Se recorrió la quebrada Mano de Oso y se identificaron los posibles tramos para el establecimiento de las trampas. 2) Selección de los tramos de muestreo. Se tuvo en cuenta que presentaran entre si características físicas y morfométricas diferentes con la finalidad de obtener una cobertura lo más general y heterogénea posible del hábitat. Se seleccionaron cinco tramos, los cuales presentaron tanto remansos como rápidos, logrando así, una cobertura de los diferentes atributos del ecosistema. 3) Construcción y ubicación de las trampas de muestreo: Las trampas se construyeron utilizando tela de cortina, aros hechos con varilla delgada y vasos desechables (Figura 1). 4) Para atraer los individuos, se colocaron en el interior de cada una de las trampas, un cebo compuesto de mantequilla, nueces y granola; adicionalmente, al final de las trampas de muestreo, en algunas ocasiones, se colocó carne cruda sostenida con una cuerda de amarre.



Figura 1. Trampa de muestreo

Muestra poblacional: Para estudiar los diferentes aspectos planteados en los objetivos del estudio, se realizaron: 1) Muestreos en cada uno de los tramos seleccionados. 2) Se revisaron las trampas de forma diaria durante seis meses continuos, durante los cuales se cuantificó la densidad poblacional y sus posibles migraciones. 3) Se determinó su tamaño y se obtuvieron las muestras para el análisis del nivel trófico de la población del cangrejo de río presente en la zona de estudio.

Marcaje: Para cada captura, se utilizó una codificación en la parte dorsal de la coraza de *Hypolobocera* sp, utilizando pintura de aceite de color amarillo, identificados con las letras **A**, **B**, **C**, **D** y **E** respectivamente y acompañándolas con números iniciando con el **1** el primer individuo capturado en cada tramo y así sucesivamente hasta el último capturado en cada caso (Fig. 2). En cuanto al dimorfismo sexual, se tomaron medidas de amplitud y longitud de la coraza para cada individuo capturado en cada uno de los tramos de muestreo, obteniendo una base de datos en la cual se especificó el sexo y las diferentes medidas registradas para cada caso (VON – PRAL, 1985).

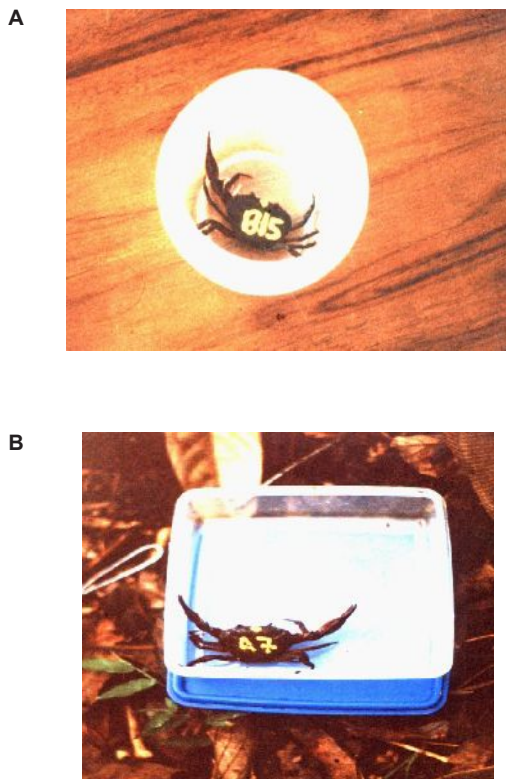


Figura 2. Forma de marcaje. **A.** Individuo B15: Corresponde al tramo B y a la captura número 15; **B.** Corresponde al tramo A y séptima captura.

Estudio del nivel trófico del ecosistema: Se hicieron tanto análisis de campo como de laboratorio. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en épocas de alta y baja pluviosidad, utilizando el equipo portátil (Acuamark 8®) para análisis en campo de oxígeno disuelto, pH, Nitritos, Nitratos, Amonio, Fosfatos, Dureza total y Dureza carbonácea. Para la determinación de la de alcalinidad total y la medición de CO₂ se utilizó el método colorimétrico planteado por ROLDAN (1992).

Adicionalmente se realizó una comparación con la tabla de RAINWATER y TATCHER (1960) (ROLDÁN, 1992) en donde presentan una relación existente entre el pH, la alcalinidad y el dióxido de carbono libre. El porcentaje de saturación de oxígeno fue realizado teniendo en cuenta la concentración de oxígeno disuelto, la temperatura del agua y la altura sobre el nivel del mar (REID, 1996 en ROLDÁN, 1992).

En cuanto a la cualificación del nivel trófico de la población se realizaron capturas manuales utilizando una red de pantalla y haciendo barridos del sustrato; con estas capturas se examinó el contenido estomacal de los individuos observando al microscopio los tipos de fragmentos constituyentes para determinar cualitativamente la dieta de la población de *Hypolobocera* sp, Se utilizaron guías para la identificación de diatomeas, dinoflagelados, cianofitas, entre otros grupos.

El estimativo poblacional se determinó realizando los muestreos y marcajes diarios respectivos, que permitieron hacer un conteo de los individuos y llevar un registro de las capturas realizadas. El marcaje utilizado, permitió hacer una estimación de la población total siguiendo el método de captura – recaptura conocido como el índice de Lincoln o índice de Petersen, donde se maneja un modelo básico, así: $N = nM/R$ donde M es el número de individuos marcados en el periodo de precenso, R es el número de animales marcados atrapados en el periodo durante el cual se realiza el censo, n representa el número total de animales atrapados en el período de censo y N es la estima poblacional (SMITH y SMITH, 2001). Igualmente, teniendo en cuenta las recapturas para obtener información referente a las migraciones.

Resultados y discusión

Los muestreos se realizaron durante seis meses seguidos, cada individuo capturado fue marcado con el código correspondiente teniendo en cuenta los tramos de muestreo y el orden de captura; al final de los seis meses, la densidad poblacional de *Hypolobocera* sp en cada tramo de muestreo se presenta en la Tabla 1.

Se capturaron en total 86 individuos, las capturas más exitosas fueron en los primeros dos meses de muestreo, época de menor pluviosidad. Al final del mes de marzo y todo el mes de abril, época de alta pluviosidad, las capturas fueron nulas. Por información bibliográfica se conoció que los cangrejos hibernan en épocas de alta pluviosidad,

Tabla 1. Densidad poblacional de *Hypolobocera* sp en la quebrada Mano de Oso.

Estación	N° Individuos
A	16
B	26
C	16
D	18
E	10
Total	86

se esconden en huecos en el fondo de las charcas, algunas piedras o cavernas que los protejan, tomando el alimento que alcancen a capturar (BARNES, 1977). Se hicieron 48 muestreos con los cuales se adquirió la información presentada en el estudio. La temporada más exitosa de capturas se presentó en las épocas de baja pluviosidad y en los lugares en donde el ecosistema se presenta como un remanso y con sustrato blando.

Se observó que el desplazamiento de *Hypolobocera* sp se presenta en horas nocturnas pues las capturas se realizaron en los períodos de trapeo nocturno; además se pudo observar que son territoriales y se recapturan exactamente en el mismo tramo de la primera captura. El mayor número de capturas se realizó en época seca y fue disminuyendo en la medida en que el régimen pluvial se incrementó (Tabla 2).

Tabla 2. Recapturas de *Hypolobocera* sp en la quebrada Mano de Oso.

Tramo	N° de individuos	
	Mismo tramo	Tramo diferente
A	13	1
B	21	
C	8	1
D	12	
E	14	
Total	68	2

Durante los seis meses de muestreo se recapturaron 70 individuos (81%) de los 86 en total, lo que indica: **a.** Que la población total se puede estimar en 106 individuos para la época de estudio y **b.** Que la migración es muy baja, dos individuos correspondientes al 2,32% de la población muestreada, en la quebrada Mano de Oso, lo que permite inferir que la población de *Hypolobocera* sp presente en esta quebrada no requiere realizar movimientos migratorios ya

que las condiciones en las que habita le ofrece las condiciones necesarias para su desarrollo y reproducción y medios de alimentación y hábitat (ZAMORA, 1996).

El 56 % de la totalidad de los individuos muestreados son hembras y el restante 44% corresponden a machos lo que indica una ligera mayoría de hembras a lo largo de la quebrada Mano de Oso en los seis meses de muestreo (Tabla 3).

Tabla 3. Proporción de hembras y machos en la quebrada Mano de Oso.

Estación	Hembras	Machos
A	14	2
B	10	16
C	10	6
D	10	8
E	4	6
Total	48	38
	86	

En cuanto a la caracterización fisicoquímica del hábitat en el cual se encuentra *Hypolobocera* sp, se obtuvieron los siguientes resultados, tomados en épocas de baja y alta pluviosidad (Tablas 4 y 5).

Teniendo en cuenta las temperaturas, se observa una fuerte relación entre la temperatura ambiente y la del cuerpo de agua. Para el mes de noviembre, la máxima temperatura ambiental fue de 21°C y de 20°C para la quebrada en el tramo A. Los demás tramos, estuvieron con valores de 20°C en cuanto a la temperatura ambiente y 18°C para el agua. En el mes de febrero, época en la cual el régimen de lluvias aumentó, se marca una temperatura estable a lo largo de los tramos de muestreo, notándose una variación de 1°C de diferencia con respecto a la época seca en el mes de noviembre, y una diferencia de 2°C entre la temperatura ambiente y la temperatura del ecosistema.

Teniendo en cuenta todos los parámetros fisicoquímicos analizados, se puede inferir claramente que la tendencia, a largo plazo del ecosistema, es a una eutroficación dada por la alta productividad que presenta, tanto en época seca como en época lluviosa, representada en los valores de nitratos y amonio, que aunque no son elevados, están en el límite de transición entre un

Tabla 4. Análisis fisicoquímico, época de baja pluviosidad en el mes de noviembre

	Parámetros Fisicoquímicos	Unidades	Tramos de muestreo				
			A	B	C	D	E
1	Temperatura ambiente	° C	21	20	20	20	20
2	Temperatura del agua	° C	20	18	18	18	18
3	Oxígeno disuelto	mg/L	4.2	4.5	4.7	3.8	3.5
4	Saturación de oxígeno	%	62	56	56	51	48
5	pH	Unidades	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
6	Nitritos	mg/L	-	-	-	-	-
7	Nitratos	mg/L	10	10	10	10	10
8	Fosfatos	mg/L	0.25	0.5	0.25	0.25	0.25
9	Amonio	mg/L	0.2	0.2	0.2	0	0.2
10	CO ₂	mg/L	6.02	5.48	4.72	5.11	6.02
11	Alcalinidad Total	mgCaCO ₃ /L	10	9	8	9	10
12	Dureza total	mgCaCO ₃ /L	20	20	20	40	20
13	Dureza carbonácea	mgCaCO ₃ /L	10	10	10	40	10
14	Caudal	m ³ /seg	0.5	0.6	0.9	0.8	0.9

Tabla 5. Análisis fisicoquímico, época de alta pluviosidad, mes de febrero

	Parámetros fisicoquímicos	Unidades	Tramos de muestreo				
			A	B	C	D	E
1	Temperatura ambiente	° C	20	20	19	20	20
2	Temperatura del agua	° C	18	18	17	18	18
3	Oxígeno disuelto	mg/L	4.2	3.5	5.5	5.2	4.4
4	Saturación de oxígeno	%	59	49	72	71	60
5	PH	Unidades	6,5	6	6,5	6,5	6,5
6	Nitritos	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
7	Nitratos	mg/L	5	5	5	5	10
8	Fosfatos	mg/L	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9	Amonio	mg/L	0.2	0.2	0	0	0.2
10	CO ₂	mg/L	5.1	5.1	8.22	5.1	6.4
11	Alcalinidad	mgCaCO ₃ /L	11	11	13	11	11
12	Dureza total	mgCaCO ₃ /L	10	20	10	20	20
13	Dureza carbonácea	mgCaCO ₃ /L	10	10	10	10	10
14	Caudal	m ³ /seg	0.8	1.0	1.3	1.0	1.2

ecosistema meso y uno eutrófico. Esta cantidad de iones nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) es el resultado de la acumulación de materia orgánica que es transformada por bacterias a través de la descomposición haciendo procesos de oxidación desde amonio hasta nitratos (ROLDAN, 1992). Así mismo, la presencia de amonio es consecuencia de los productos residuales de digestión y excreción de la biota acuática presente en el sistema (ROLDAN, 1992).

Esta acumulación de nutrientes, se debe básicamente a la poca circulación del agua que favorece el estancamiento de material orgánico, ya que el ecosistema presenta una serie de remansos que limita el movimiento y por ende más eficiencia en el intercambio gaseoso.

Por otro lado, en cuanto a la relación de la cantidad de CO_2 y de oxígeno disuelto, se aprecia un leve diferencia, ya que mientras que la concentración de oxígeno disuelto en la quebrada mano de oso para los periodos de muestreo aumenta en un 69% en promedio, el CO_2 aumenta el 62%, ésta relación permite inferir que el ecosistema tiene un equilibrio general y sus condiciones tróficas son propias de un ecosistemas mesotrófico (MARGALEF, 1998)

Es de anotar que la estabilidad en cuanto al pH en el ecosistema en las dos épocas de muestreo se debe principalmente a la buena capacidad buffer dada por la alcalinidad y un buen nivel de recuperación del ecosistema representado en los valores de las durezas total y carbonácea.

Para el período de muestreo, la quebrada Mano de Oso tiene las condiciones mínimas necesarias para la biota acuática en el momento, a pesar de manifestar cierta tendencia a una alta productividad. En el año 2000, MAMIÁN *et al.* (2000) reportaron algunos macroinvertebrados acuáticos entre los que están los Odonatos, Dípteros, Hymenópteros, Lepidópteros, Coleópteros entre los mas relevantes, *Pimelodus* sp y sardinas; además de Crustáceos del Género *Hypolobocera* sp que tiene la capacidad de ser oxigenador de aguas y bioindicador de aguas no muy productivas,

Finalmente, a pesar que en época lluviosa, el caudal de la quebrada Mano de Oso aumenta, el movimiento del agua no es suficiente para evitar la acumulación y concentración de nutrientes y tampoco para una mayor dilución del oxígeno proveniente de la atmósfera. Igualmente, la productividad de la quebrada Mano de Oso, se debe básicamente a que presenta remansos que actúan como “trampas de nutrientes” que limitan la circulación del agua y por ende, un intercambio gaseoso efectivo. Así mismo, los cambios en los caudales y el movimiento constante del agua en época lluviosa hizo que los individuos de *Hypolobocera* sp buscaran refugios seguros dentro de su hábitat para evitar alteraciones en su dinámica natural, igualmente, el aumento en la concentración de oxígeno puede, en algún momento, convertirse en un factor limitante para el desarrollo de la población de *Hypolobocera* sp, dentro de la quebrada Mano de Oso (ROLDAN, 1988).

La alcalinidad total presente en el ecosistema, convierte a la quebrada Mano de Oso en un sistema con buena capacidad buffer que evita variaciones drásticas en el pH del agua.

Los resultados obtenidos en las correlaciones de Rho Spearman y Peterson, demuestran que no existe ninguna relación entre los parámetros fisicoquímicos muestreados y la abundancia encontrada de la población de *Hypolobocera* sp dentro de la quebrada Mano de Oso lo que demuestra que ésta población es independiente de los factores fisicoquímicos.

Composición cualitativa de la dieta de *Hypolobocera* sp. (Fig. 3), de forma cualitativa para conocer la composición de la dieta del cangrejo de río *Hypolobocera* sp, se realizaron análisis del contenido estomacal de 15 especímenes logrando así obtener un porcentaje del contenido estomacal de la población (Tabla 6) (ZAVALA, 1987).

La dieta de *Hypolobocera* sp está compuesta en un 80% de detritus (restos de material vegetal), un 10% de algas filamentosas, un 5% de *Pleurotrocha atlantica* y un 5% otros componentes entre los que se encuentran hifas de hongos, cercos y otras partes quitinosas de algunos macroinvertebrados, nemátodos y algas diatomeas.

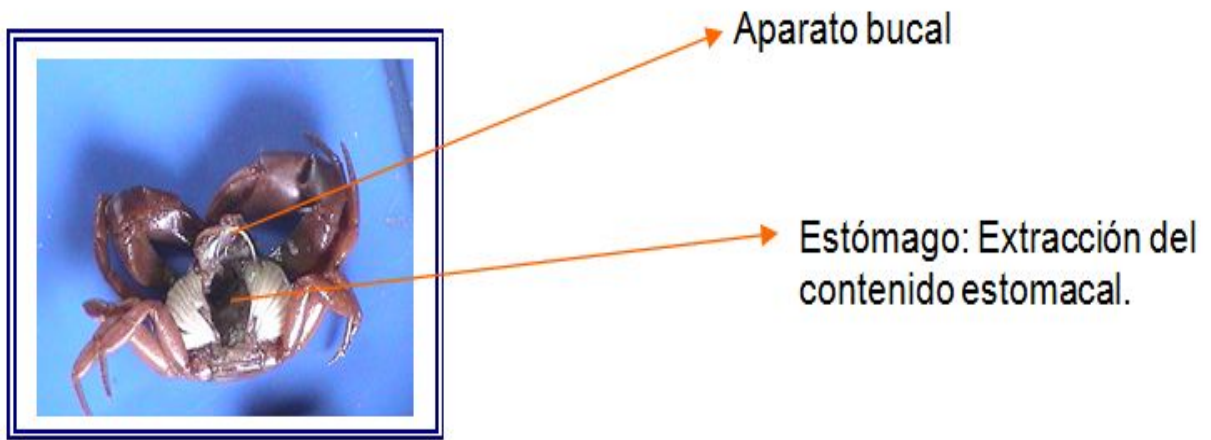


Figura 3. Disección de *Hypolobocera sp* para el análisis del contenido estomacal.

Tabla 6. Composición de la dieta de *Hypolobocera sp*

Composición de la dieta		%
Detritus	Trozos de pared celular	80
	Materia orgánica Tejidos vegetales y animales.	
Algas filamentosas		10
<i>Pleurotrocha atlantica</i>		5
Otros	Nemátodos	5
	Cercos y otras parte de macroinvertebrados.	
	Diatomeas	
	Hongos	
	Hidras.	
	Partes quitinosas de algunos Ephenópteros	
		<i>Coscinodiscus sp</i>
		<i>Actynocyclus sp</i>
		<i>Neodelphineis sp</i>
		<i>Bacteriastrum</i>
		Hifas

Teniendo en cuenta estos porcentajes de contenidos estomacales, se puede concluir que la población de *Hypolobocera* sp es omnívora con preferencia detritívora, ya que presenta un mayor porcentaje en detritus en su contenido estomacal. Con ésta conclusión se hace un aporte importante a la ecología de la especie ya que no se han realizado investigaciones que conlleven a identificar el tipo de dieta de *Hypolobocera* sp. Para los ecosistemas de agua dulce, este tipo de especies se convierten en importantes transformadores de materia orgánica favoreciendo el equilibrio en el sistema hídrico (CONTRERAS, 1989).

Conclusiones

La quebrada Mano de Oso es un ecosistema acuático con buena oxigenación, principalmente en las estaciones **A** y **B** en épocas de baja pluviosidad. Contrariamente, en épocas de lluvia, el tramo con mejor saturación de oxígeno pasa a ser el **C** que a pesar de sus condiciones de oxigenación, no registró un mayor número de capturas que por tratarse de un rápido, limita el establecimiento de *Hypolobocera* sp, por la escasa acumulación de material vegetal y oferta de microhábitats, siendo este cangrejo un importante detritívoro del sistema hídrico.

La quebrada Mano de Oso presenta un estado mesotrófico y características fisicoquímicas hídricas, caudal, sustratos, productividad y oferta de hábitats ideales para el desarrollo de fauna acuática propia de la región, aún en épocas de baja pluviosidad

Desde el punto de vista físico-químico del agua, la quebrada Mano de Oso tiene tendencia mesotrófica, consecuencia de la acumulación de material vegetal en su cause, especialmente en los tramos en los cuales se obtuvieron las mayores capturas, indicando así, que la población de *Hypolobocera* sp se puede considerar como una población bioindicadora de ecosistemas con cierto nivel de alteración y niveles trófico medios.

En cuanto a la dieta alimenticia, se reafirma que *Hypolobocera* sp es omnívoro, con una mayor preferencia al detritus (material vegetal) ya que dentro de los contenidos estomacales analizados se encontraron restos de material vegetal en descomposición en un 80% y materia orgánica animal en un 10% (entre los que se identificó *Pleurotrocha atlantica*).

En relación con la proporción entre sexos de la población observada de *Hypolobocera* sp, puede inferir que no hubo una diferencia significativa entre los dos sexos durante el período de estudio.

De los 86 individuos capturados, 68 fueron recapturados en los mismos tramos y 2 en tramos diferentes, esto indica que la migración es muy baja (2,32%), siendo los tramos de longitudes más o menos iguales, permitiendo inferir que las condiciones de hábitat, alimento y físico-químicas de la quebrada Mano de Oso son apropiadas para la población de estudiada, favoreciendo el desarrollo y la reproducción sin necesidad de recurrir a procesos migratorios.

Referencias

- BACA, A.; LOZANO, L.A. 1998. Estructura y composición florística del área del Jardín Botánico de Popayán. Popayán. Cauca. Colombia
- BARNES, R. 1977. *Zoología de los invertebrados*. Tercera Edición. Editorial Interamericana. México D.F.
- CONTRERAS, M. 1998. Estudio anatómico y algunos aspectos bioecológicos del cangrejo dulceacuícola *Hypolobocera* (*Hypolobocera*) *bouvieri bouvieri* (Rathbun) 1898, en la región de Sasaima, Cundinamarca. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

MAMIAN, L.; BOLAÑOS D.; VARONA G. 2000. *Caracterización hidrobiológica de las quebradas Mano de Oso, Renacer, Wéttüu y Corazones pertenecientes al Jardín Botánico de Popayán*. Memorias del I Congreso Nacional de Zoología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

MARGALEF, R. 1982. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, España.

MARGALEF, R. 1998. *Limnología*. Ediciones Omega. Barcelona. España.

ROLDAN, G. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia..

ROLDAN, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

VON – PRAL, H. 1985. Distribución del cangrejo de agua dulce *Hypolobocera beieri* PRETZMANN, 1968 y anatomía de su gonópodo. *Actualidades biológicas* 14 (52): 3-47.

ZAMORA, H. 1996. Aspectos bioecológicos de las comunidades de macroinvertebrados dulceacuícolas en el Departamento del Cauca. *Unicauca Ciencia* 1: 1-11.

ZAVALA, J.R. 1987. *Guía para la identificación de Diatomeas, Dinoflagelados, Cianofitas y otros grupos*. México.

Cariotipo de *Leptodactylus insularum* (Anura: leptodactylidae (Barbour, 1906) presente en un fragmento de bosque seco tropical de la región caribe colombiana

Karyotype of *Leptodactylus Insularum* (Anura: leptodactylidae (Barbour, 1906) present in a fragment of tropical dry forest of the colombian caribbean region

GONZÁLEZ T. HENRY^{1*} M.Sc, CORREA M. MILEIDYS² M.Sc, ÁRQUEZ M. MOISÉS¹ M.Sc,
BELLO L. YESIT² Biol, MORENO R. ALBERTO ² M.Sc.

¹Universidad Simón Bolívar, Colombia.

²Universidad del Atlántico, Colombia.

Keywords:

Karyotype,
chromosome,
genetic variation

Abstract

Colombia is one of the most biodiverse countries in anuran species, however, many of them are in a vulnerable situation. This has the added problem that for most of them the genetic wealth and possible variations between biotopes is unknown. The aim of this study was to characterize the karyotype of *Leptodactylus insularum* present in a fragment of tropical dry forest of the Caribbean region (Colombia). Was used the technique described for SCHMIDT (1978) and for chromosomal classification parameters used LEVAN *et al.* (1964). *L. insularum* presented a modal number of $n=11$ and $2n=22$, with chromosome formula $M+4SM+sM+5M$. This result varies slightly with respect to the formula of *L. insularum* present in the Andean region (Colombia) which is $2M+SM+M+ST+M+SM+4M$, however, these differences may be associated with biogeographical aspects, so to stay physically separate these populations could have accumulated structural changes in their chromosomes through possible insertion or deletion events. An important aspect is that the specimens that make up this genre generally have a similar chromosome number.

Palabras Clave:

Cariotipo,
cromosoma,
variación genética.

Resumen

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad en especies de anuros, sin embargo, muchos de ellos se encuentran en una situación vulnerable. Esta situación tiene el agravante que para la mayoría de los mismos se desconoce la riqueza genética y las posibles variaciones entre biotopos. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar el cariotipo de *Leptodactylus insularum* presente en un fragmento de BsT la región Caribe (Colombia). Para realizar esto se utilizó técnica de SCHMID (1978) y para la clasificación cromosomal se utilizó los parámetros de LEVAN *et al.* (1964). *L. insularum* presentó un número modal de $n=11$ y $2n=22$, con fórmula cromosómica $M+4SM+sM+5M$. Este resultado varía con respecto a la fórmula del *L. insularum* presente en la región Andina (Colombia) la cual es $2M+SM+M+ST+M+SM+4M$, sin embargo, estas diferencias pueden estar asociadas a aspectos biogeográficos, por lo que al mantenerse separadas físicamente estas poblaciones, podrían haber acumulado mutaciones estructurales en sus cromosomas mediante posibles eventos de inserción o deleción. Un aspecto importante es que los especímenes que componen este género presentan de forma general un similar número cromosómico.

INFORMACIÓN

Recibido: 11-02-2016;

Aceptado: 18-06-2016.

Correspondencia autor:

hgonzalez11@unisimonbolivar.edu.co

Introducción

Colombia es uno de los países neotropicales que gracias a su amplia variedad de ambientes producto de la interacción de procesos bióticos y abióticos. Presenta un gran número de vertebrados, ocupando el segundo lugar a nivel mundial en anfibios presentes en su territorio; algunos autores sugieren que tal diversidad es una respuesta ante factores como la pluviosidad, la complejidad geográfica y la posición del país, los cuales han generado una amplia gama de hábitats óptimos para el desarrollo de esta fauna (ACOSTA, 2000).

Los anuros son organismos importantes como componentes biológicos, quienes debido a su condición ectodérmica, permeabilidad integumentaria, requerimientos ecológicos que los hace muy dependientes de las condiciones ambientales y extremadamente sensibles a cambios en su hábitat (CASTRO y KATTAN, 1991). Estos elementos que en conjunto con aspectos biogeográficos y de endemismo pueden crear una vulnerabilidad de su existencia. Situación que es preocupante dado que en muchos casos se desconoce su pool genético, desde lo cromosómico hasta lo molecular.

Las especies del género *Leptodactylus* se caracterizan por poseer 22 cromosomas dentro de los que existe ligeras diferencias entre la morfología de los mismo, siendo dependiente de la especie (AMARO *et al.*, 2006; SALAS *et al.*, 2014). La mayoría de los estudios básicos citogenéticos solo han caracterizado la compasión y estructura cromosómica, es decir, el número diploide y las características morfológicas de los cromosomas mediante el uso de la técnica de coloración convencional Giemsa (AMARO *et al.*, 2004). Además, los estudios en citogenética para Colombia son muy escasos, lo que no permite involucrar planes de manejo a nivel de especies o en poblaciones, desde la perspectiva más amplia de variabilidad genética y de estructura poblacional, siendo estos vacíos en el conocimiento los que en su conjunto constituyen un impedimento para valorar y determinar la diversidad genética existente.

La caracterización citogenética de la especie *L. insularum* en la región Caribe colombiana,

es necesaria ya que esta especie cumple un rol importante en la cadena trófica y en general en el ecosistema donde tiene su hábitat, en especial por presentar un papel ecológico en el control de poblaciones de insectos u otros invertebrados (BOGART, 1979). Más aun cuando, específicamente en anfibios y para el caso de Suramérica, los estudios en citogenética son muy escasos, cobrando especial relevancia en Colombia que es el segundo país con mayor riqueza de anfibios con 733 especies (RUEDA, 2000) y con un mayor número de especies únicas, después de Brasil. Sin embargo, paradójicamente, ocupa el primer puesto en número de especies amenazadas.

El cariotipo de *L. insularum* presente en la región Caribe Colombiana, es un componente clave de referencia para la comprensión de varios aspectos aplicados a la biología básica y complementa la información molecular existente (De SÁ RO *et al.*, 2014) especialmente en su taxonomía y relaciones genéticas con otras especies del género

Materiales y métodos

Sitio de Muestreo: La captura de los especímenes, se realizó en un área delimitada en cuatro transectos: 11°00'57.67" N y 74°52'34.94" W. La colecta fue manual en jornada nocturna (19:00–21:00 hrs). Los especímenes capturados se les tomaron medidas morfométricas con un pie de rey de 0,05 mm de precisión, haciendo la respectiva anotación de los datos, esto con la finalidad de tener individuos maduros que sobrepasaran la talla de madurez sexual. En total se utilizaron 5 individuos, los cuales fueron identificados positivamente como *L. insularum* en el museo de la Universidad del Atlántico.

Obtención de Cariotipos: Para la obtención del cariotipo de *L. insularum*, se implementó la técnica de coloración convencional Giemsa, descrita por SCHMID (1978) con modificaciones correspondientes a estandarización de la técnica, en especial con la altura de goteo celular de las muestras, temperatura de calentamiento de las placas, así como la deshidratación previa del citrato de sodio y cloruro de potasio implementadas en las soluciones hipotónicas.

Los especímenes fueron inyectados intraperitonealmente con una solución de colchicina al 0,1 % por cada 10 g de peso del animal, cuatro horas antes del sacrificio. Todos los individuos, fueron sacrificados mediante cámara letal de cloroformo; posteriormente se extrajo todo el intestino, el cual fue lavado con una solución de citrato de sodio al 0,09% durante 10 seg.

Seguido, las muestras fueron sometidas a tratamiento hipotónico en 3mL de una solución de citrato de sodio al 0,09% a temperatura ambiente durante 30 min, con una agitación suave de la caja de Petri para evitar que el intestino se doblara. Las muestras fueron fijadas en Carnoy II, posteriormente se raspó suavemente la mucosa intestinal; la suspensión celular resultante se centrifugó a 1000rpm por 7 min, se descartó el sobrenadante y se resuspendió el botón celular con 3ml de fijador. El paso de centrifugación se realizó por triplicado.

Posterior al centrifugado, el botón celular fue resuspendido en 2 mL de Carnoy II y goteado sobre portaobjeto limpio, rotulado y precalentado a 60 °C, desde una altura 1,8 metros. Los portaobjetos fueron dispuestos en ángulo de 45 °C. A cada portaobjeto se le adicionaron de 3 a 4 gotas de la suspensión celular sobre la lámina portaobjeto dejando secar al aire.

La coloración fue realizada de forma directa sobre las láminas, goteando una solución de Giemsa (1 ml de solución comercial + 29 ml de tampón fosfato, pH 6,8), hasta un recubrimiento total de la lámina durante 13 minutos, seguidamente lavadas con agua destilada por el envés de la lámina y secadas a temperatura ambiente. Posteriormente se realizaron las observaciones respectivas en el microscopio.

Procesamiento de muestras para microscopía:

El microscopio utilizado fue de campo claro, óptico, trinocular, marca Leyca 8® modelo CME. Las fotografías fueron realizadas con una cámara Sony® CyberShot® de 12 megapíxeles y zoom óptico de 5x de máxima resolución. Las fotografías fueron guardadas como Target Image File (*.tif). Se seleccionaron las mejores metafases. A estas se les suprimió el ruido y elementos sin interés, como artefactos celulares y otras impurezas. Seguidamente con Kario

2000® (ZETA IMAGING y DELTA SISTEMI) los cromosomas fueron organizados por tamaño y posición del centrómero, además a cada cromosoma se le realizó un perfil para medir la longitud total del cromosoma y la longitud de cada brazo, estas medidas se realizaron con el software MicroMeasure® (REEVES, 2001).

Análisis de Datos: Los datos de las longitudes fueron guardados en archivo plano. A los mismos, se les realizaron las medidas de tendencia central. Para determinar el número de cromosomas por metafase, se halló el número modal de *L. insularum*; de igual forma se establecieron los valores de la longitud relativa, índice centromérico, relación entre brazos; estableciéndose la morfología del cromosoma según su índice centromérico de acuerdo a lo descrito por LEVAN *et al.* (1964), además del cálculo del %TF (% de forma total). Para la obtención del ideograma de *L. insularum* se realizó un análisis de histograma de las frecuencias de las longitudes relativas.

Resultados y discusiones

Los especímenes de *L. insularum*, objeto de estudio, presentaron en su totalidad muslos fuertemente moteados, presencia de dos líneas dorso laterales de color café que inician a partir de las narinas y puntos negros de manera irregular. Los machos adultos tenían parches centrales de tórax en los tubérculos; con presencia de dos espinas nupciales en cada pulgar, redondeadas y puntiagudas (HEYER y De SÁ RO, 2011), permitiendo establecer que fueron individuos normales. Los especímenes de *L. insularum*, presentaron un número modal $n=11$ y $2n=22$ (Figura 1). Para la especie en cuestión todos las muestras analizadas presentaron caracteres morfológicos y morfométricos correspondientes a lo reportado por HEYER y DE SÁ RO (2011) y CUENTAS *et al.* (2002).

Los cromosomas que constituyen el cariotipo de *L. insularum*, se caracterizaron por presentar tamaños cromosómicos que varían según STEBBINS (1971) entre medianamente grandes (5-9 μ), y grandes (mayores que 9 μ). Las longitudes promedios en el presente estudio que oscilan entre $19,08 \pm 0,33 \mu$ hasta $7,2 \pm 0,03 \mu$. Por

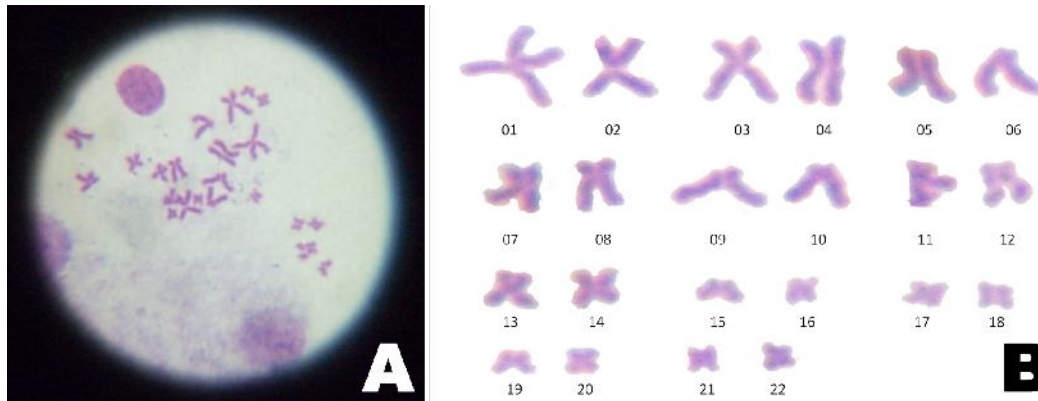


Figura 1. Cromosomas en metafase de *L. insularum* (A) y Cariotipo de *L. insularum* colectado en la Región Caribe colombiana (B)

otro lado, la desviación estándar (sd) más alta presento su valor correspondiente al cromosoma #6 igual a $\pm 0,35\mu$, entretanto que la más baja se presentó para el cromosoma #22, $\pm 0,03\mu$ (Tabla 1), pudiendo estar reflejada esta disparidad ante el hecho de que la diferencia entre los tamaños de los cromosomas se relacione con que el grado de compactación o enrollamiento que puede variar, debido al pre-tratamiento que se le realiza al material para su observación al microscopio, y al margen de error propio del proceso de medición (MAICH y MANERO DE ZUMELZÚ, 2007), la compactación más inmediata puede estar dada para el caso de los cromosomas más pequeños. En el Tabla 1 se detalla la cariometría de los cromosomas de los Individuos de *L. insularum* colectados en la región Caribe colombiana

Durante la metafase, las cromátidas se vuelven más cortas y gruesas, es posible observar el número, tamaño y morfología de los cromosomas

en un microscopio óptico tras un tratamiento adecuado de las células (BOGART, 1979); En cuanto a la metodología empleada, para la obtención del cariotipo de *L. insularum*, se hizo un ajuste en la altura de goteo celular sobre las placas, ya que era necesario un mayor índice de células estalladas para exponer sus cromosomas, altura final fue de 1,80 m. Dado que el choque térmico se aseguró con un precalentamiento de la placa a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, la placa se inclinó 45° . Los 22 cromosomas fueron alineados acorde con sus respectivas longitudes totales, encontrándose el valor promedio máximo dentro del rango de longitud máxima y mínima registrada para las parejas, a excepción de la desviación estándar que presento valores máximos de $\pm 1,58\mu$ y mínimos de $\pm 0,53\mu$.

Los valores de las longitudes relativas de los cromosomas analizados en cada individuo, en conjunto con su promedio y respectiva desviación

Tabla 1. Cariometría de los Cromosomas de los Individuos de *L. insularum* colectado en la Región Caribe colombiana

Par cromosomal	Longitud total	Longitud relativa	Índice centromérico	Relación entre brazos	Clasificación cromosómica
Par01	18,24 \pm 0,11	13,86 \pm 0,11	48,03 \pm 3,04	1	M
Par02	16,42 \pm 0,09	12,46 \pm 0,09	37,14 \pm 1,13	1,7	SM
Par03	14,51 \pm 0,16	11,02 \pm 0,16	34,19 \pm 1,07	2,14	SM
Par04	13,21 \pm 0,12	10,02 \pm 0,12	33,99 \pm 0,79	2	SM
Par05	12,65 \pm 0,13	9,62 \pm 0,13	33,31 \pm 1,01	2,74	SM
Par06	11,33 \pm 0,14	8,60 \pm 0,14	31,41 \pm 2,53	2	SM
Par07	10,15 \pm 0,15	7,72 \pm 0,15	44,12 \pm 2,63	1	M
Par08	9,09 \pm 0,12	6,90 \pm 0,12	45,34 \pm 1,82	1	M
Par09	8,63 \pm 0,09	6,54 \pm 0,09	48,23 \pm 1,55	1	M
Par10	8,61 \pm 0,08	6,24 \pm 0,08	46,66 \pm 3,21	1	M
Par11	7,47 \pm 0,09	5,70 \pm 0,09	47,37 \pm 1,23	1	M

estándar, presentan los mayores valores de longitud para el individuo 03, sin embargo la diferencia no fue significativa.

Las longitudes relativas del complemento cromosómico, difieren hasta en más de un 50% entre el tamaño de los cromosomas largos y los cortos, constituyéndose según lo descrito por STEBBINS (1971) en un cariotipo asimétrico quien demuestra ser heterogéneo con marcadas diferencias en el tamaño relativo de los cromosomas del complemento, como consecuencia de reordenamientos cromosómico estructurales. Sin embargo el % TF para los cromosomas fue de 41% quien según lo reportado por HUZIWARA (1962), se basa en la relación en porcentaje de la sumatoria total de longitudes de brazos cortos entre la sumatoria total de longitudes cromosómicas totales. Este índice varía entre 0% y 50% y en la medida que los valores se acercan al valor máximo mencionado los cariotipos tienden a ser más simétricos; por ende en el presente trabajo los cromosomas tienden a ser simétricos de acuerdo a la posición del centrómero (PERUZZI y EROGLU, 2013).

Se pueden apreciar las longitudes totales de los cromosomas la región centromérica y el índice centromérico de cada par cromosómico en los 5 individuos analizados, pudiéndose observar el mayor índice centromérico en un 48,02 % de longitud del primer par cromosomal, y el menor fue para el par 6 con un 31,40%.

Las 25 metafases analizadas de los individuos estudiados, registraron un número modal $n=11$ y $2n=22$, y en cuanto a las correspondientes metafases todas presentaron morfologías (metacéntricas y submetacéntricas) como se muestra en la Figura 2.

L. insularum, presenta un cariotipo caracterizado por un primer par metacéntrico grande, los pares 2, 3, 4 y 6 son submetacéntricos grandes, teniendo la particularidad el par 5 que posee una morfología submetacéntrica menor al no cumplir con el criterio de relación entre brazos, descrito por LEVAN *et al.* (1964), en cuanto que el par cromosómico 7 es metacéntrico grande, y los pares 8, 9, 10 y 11 son metacéntricos medianamente grandes; de forma general el complemento cromosómico presenta un % TF de 41%. Por otro lado, no se detectó

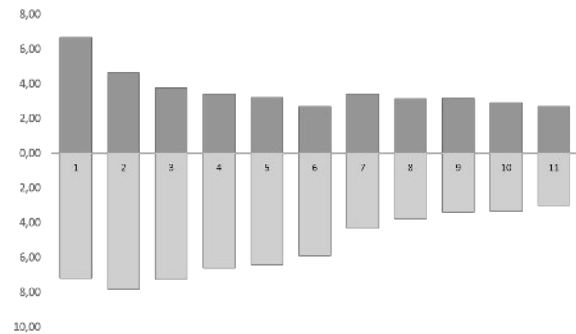


Figura 2. Ideograma del cariotipo de *L. insularum*, colectados en la Región Caribe colombiana

heteromorfismo cromosomal en las metafases analizadas.

En contraste con los valores reportados en el Tabla 1, el ideograma del cariotipo de *L. insularum*, colectados en la región Caribe colombiana (Figura 2), refleja las regiones centroméricas de mayor tamaño para los pares Cromosómicos 2, 3, 4, 5 y 6, entretanto que las regiones de menor tamaño las presentaron los pares cromosómicos 1, 7, 8, 9, 10 y 11 presentando la región centromérica una proporcionalidad con la longitud del cromosoma, partiendo que se encuentran en orden de longitud. Estableciéndose la fórmula cromosómica para *L. insularum* como: $1M+4SM+1sM+5M$ de acuerdo al índice centromérico y los criterios establecidos por LEVAN *et al.* (1964).

Los eventos de especiación, pueden darse en los organismos gracias a aspectos ambientales, aislamiento reproductivo, la genética, la selección natural, la selección sexual, los cambios cariotípicos, la hibridación, el conflicto genético o los simbioses intracitoplasmáticos (MABLE, 2011; PERFECTTI, 2009), pero pueden a pesar de este aislamiento guardar características en su formación cariotípica en las que se implican elementos como: número modal, morfología del cromosoma entre otros.

Se puede inferir que la especie en cuestión, de número cromosomal $2n = 22$, y de fórmula cromosómica: $1M+4SM+1sM+5M$, puede no corresponder a lo reportado por BOGART (1974), quien describe en primera instancia el cariotipo de *L. insularum* en la región Caribe colombiana mediante la técnica de coloración convencional

Giemsa, en el que se establecieron los caracteres morfológicos de los cromosomas, constituyendo un $2n=22$, sin embargo, las fotografías de los cromosomas de *L. insularum* en la investigación realizada en la región Andina colombiana, no corresponden a un estado de metafase en el que se distingan las hermanas cromátidas, pudiendo estar los cromosomas en un estado de “profase inicial”, el cual establece una condición poco diciente de los caracteres morfológicos primordiales (longitud de brazo p y q e índice centromérico); sin embargo, a continuación se establecen las relaciones morfológicas del cariotipo descrito por BOGART (1974), en la región Andina, y las descripciones morfológicas del cariotipo de *L. insularum* para la región Caribe, lo cual evidencia que son la misma especie pero grupos poblacionales distintos. En el Tabla 2 se hace la comparación de la morfología cromosómica por par cromosomal de cada población por regiones biogeográficas.

Tabla 2. Comparación de la morfología cromosómica por par cromosomal de cada población por regiones biogeográficas.

Grupo poblacional	Par cromosomal										
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
<i>L. insularum</i> (Región Andina)	M	M	SM	M	ST	M	SM	M	M	M	M
<i>L. insularum</i> (Región Caribe)	M	SM	SM	SM	sM	SM	M	M	M	M	M

Ambos estudios coinciden en describir un $n=11$ constituido en su mayoría por cromosomas metacéntricos y submetacéntricos, diferenciándose en la existencia de un par cromosómico subtelocéntrico (par 5), quien para el caso de los especímenes de la región Caribe colombiana, este par corresponde a una morfología submetacéntrica menor, al no cumplir con el criterio de relación entre brazos descrito por LEVAN *et al.* (1964), otra diferencia radica en los pares cromosómicos (2, 4, 6 y 7); estableciéndose una fórmula cariotípica de *L. insularum*, en el departamento del Atlántico, diferente a la reportada para la región Andina en 1974. Tales diferencias pueden estar asociadas a aspectos biogeográficos, por lo que al mantenerse separadas físicamente estas poblaciones, podrían haberse acumulado mutaciones estructurales en

sus cromosomas mediante posibles eventos de inserción o deleción.

De acuerdo a lo reportado por AMARO *et al.* (2004) para las especies *L. ocellatus*, *L. knudseni* y *L. pentadactylus*, capturados en diferentes zonas de Brasil, presentan relación con *L. insularum*, en cuanto a la ausencia de dimorfismo cromosómico, además de presentar los cromosomas del primer par metacéntrico, 2, 3 y 4 submetacéntricos, 9, 10 y 11 metacéntricos, difiriendo con *L. insularum*, en los pares 5 y 6 metacéntricos, 7 y 8 submetacéntricos en todos los especímenes; divergiendo de lo reportado por BOGART (1974) para el caso de *L. ocellatus* y *L. pentadactylus*, *L. insularum* como fue anteriormente descrito. Por otro lado, según el reporte de AMARO *et al.* (2006) que presenta el cariotipo de *L. gracilis*, *L. mystacinus*, *L. petersii*, *L. pustulatus*, *L. macrosternum*, *L. ocellatus*, *L. labyrinthicus* con un $2n=22$ y *L. silvanimbus* con un cariotipo distintivo con $2n=24$, sin embargo, con excepción del primer par cromosomal y la presencia de un par cromosómico más, coincide en presentar los pares Cromosomales 2 al 6 como submetacéntricos y el resto de pares (7 al 12) como metacéntricos en relación a *L. insularum*; Por ende, en gran parte los especímenes que componen este género presentan de forma general un similar número cromosómico, además de la ausencia de dimorfismo cromosómico, habiendo solo algunas variaciones morfológicas entre especies.

Sin embargo estas relaciones continúan presentándose para especies de otros géneros de la familia, como lo es el caso de 5, quien presenta un cariotipo con un $2n=22$ bajo la fórmula cariotípica de: $1M+3SM+2M+2SM+2M$ (SALAS y MARTINO, 2007) que de no ser por presentar los pares cromosómicos 8 y 9 submetacéntricos y los pares 5 y 6 metacéntricos, mostraría una misma fórmula cariotípica en relación a *L. insularum*, más aun cuando este último presenta longitudes relativas de $13,86 \mu\text{m}$ para el primer par cromosómico y $5,7 \mu\text{m}$ para el último par cromosómico. *O. cordobae* presenta longitudes de $14,09 \mu\text{m}$ para el primer par y $3,53 \mu\text{m}$ para el último par.

No obstante, estas similitudes del cariotipo, no siempre se presentan entre las especies de los distintos géneros de la familia

Leptodactylidae, como lo es el caso descrito por CUEVAS y FORMAS (2002), quienes describen el cariotipo de *Telmatobius philippii* del norte de Chile (*Leptodactylidae*), con un cariotipo constituido por un $n=13$, y morfologías cromosómicas (metacéntricas, submetacéntricas y subtelocéntricas), presentando diferencias claras

en la presencia de un n cromosómico distinto al de *L. insularum*, y la presencia de dos pares cromosómico subtelocéntricos (par 4 y 5); sin embargo, *L. insularum* en su 5to par cromosómico presenta una morfología submecéntrica menor, que para el grupo Fuscus es subtelocéntrica y característico del grupo.

Referencias

- ACOSTA-GALVIS, A.R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias. (Tetrapoda:Amphibia) de Colombia. *Revista Biota Colombia* 1(3):289–319.
- AMARO-GHILARDI, R.; RODRIGUES, M.; YONENAGA-YASSUDA, Y. 2004. Chromosomal studies after differential staining and fluorescence in situ hybridization using telomeric probe in three *Leptodactylus* species (*Leptodactylidae*, Anura). *Caryologia* 57(1):53-65.
- AMARO, R.C.; SKUK, G.; RAFAEL, O. DE SÁ; TREFAUT, M.; YONENAGA, Y. 2006. Karyotypes of eight species of *Leptodactylus* (Anura, *Leptodactylidae*) with a description of a new karyotype for the genus. *Phyllomedusa* 5(2):119–33.
- BOGART, J.P. 1979. Implications of polyploidy in amphibians and reptiles. *Basic Life Sci.* 13:341–78.
- BOGART, J.P.A. 1974. karyosystematic study of frogs in the genus *Leptodactylus* (Anura: *Leptodactylidae*). *Copeia* 3:728–37.
- CASTRO, H.F.; KATTAN, G.H. 1991. *Estado de conocimiento y conservación de los anfibios del Valle del Cauca*. Memorias Primer Simposio Nacional de fauna del Valle del Cauca INCIVA. Cali, Colombia.
- CUEVAS, C.; FORMAS, J.R: 2002. *Telmatobius philippii*, una nueva especie de rana acuática de Ollagüe, norte de Chile (*Leptodactylidae*). *Revista chilena de historia natural* 75(1):245-258.
- CUENTAS, D.; BORJA, R.; LYNCH, J.D.; RENJIFO, J.M. 2002. *Anuros del departamento del Atlántico y Norte de Bolívar*. Editor Cencys. Colombia.
- De SÁ, R.O.; GRANT, T.; CAMARGO, A.; HEYER, W.R.; PONSSA, M.L.; STANLEY, E. 2014. Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: *Leptodactylidae*): phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. *South American Journal of Herpetology* 9(s1):S1-S100.
- HEYER, W.R, De SÁ RO. 2011. Variation, Systematics, and Relationships of the *Leptodactylus bolivianus* Complex (Amphibia: Anura: *Leptodactylidae*). *Smithsonian Contributions to Zoology* 635:1–58.
- HUZIWARA, Y. 1962. Karyotype Analysis in Some Genera of Compositae. VIII. Further Studies on the Chromosomes of Aster. *American Journal of Botany*: 49:116-119.
- LEVAN, A.; FREDGA, K.; SANDBERG, A.A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52(2):201-220.

- MABLE, B.K.; ALEXANDROU, M.A.; TAYLOR, M.I. 2011. Genome duplication in amphibians and fish: An extended synthesis. *Journal of Zoology*:284:151–182
- MAICH, R.; MANERO DE ZUMELZÚ, D. 2007. Índice Meiótico en Triticale Hexaploide: Análisis y Corrección . BAG. *Journal of basic and applied genetics* . scieloar 12:23–7.
- PERFECTTI, F. 2009. *Especiación: Modos y Mecanismos*. In: Soler M, editor. *Evolución: La Base de la Biología*. Proyecto Sur de Ediciones, S.L. Santiago, Chile.
- PERUZZI, L.; EROGLU, H. 2013. Karyotype asymmetry: again, how to measure and what to measure? *Comparative cytogenetics* 7(1):1–9.
- REEVES, A. 2001. MicroMeasure: a new computer program for the collection and analysis of cytogenetic data. *Genome* 44(3):439-443.
- RUEDA, ALMONACID J. V. 2000. *La Herpetofauna de los Bosques de Florencia Caldas-Una aproximación a su composición, diversidad y relaciones ecológicas*. Corporación Autónoma Regional de Caldas-Subdirección de Normatización y Calidad Ambiental-CORPOCALDAS. Bogota, Colombia.
- SALAS, N.E.; VALETTI, J.A.; GRENAT, P.R.; OTERO, M.A.; MARTINO, A.L. 2014. Meiotic behavior of two polyploid species of genus *Pleurodema* (Anura: Leiuperidae) from central Argentina. *Acta Herpetol* 9(1):109–13.
- SALAS, N.; MARTINO A.L. 2007. Cariotipo de *Odontophrynus cordobae* Martino y Sinsch, 2002 (*Anura, Leptodactylidae*). *BAG J basic Appl Genet* 18(1):1–5.
- SCHMID, M. 1978. Chromosome banding in Amphibia. *Chromosoma* 66(4):361-388.
- STEBBINS G. L. 1971. *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Addison-Wesley. USA.
- ZETA IMAGING Y DELTA SISTEMI. KARIO [Internet]. Roma, It: Delta Sistemi; 2000.

Frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros criollos (*Equus africanus asinus*) en el departamento de Córdoba, Colombia

Frequency of gastrointestinal parasites in creole donkeys (*Equus africanus asinus*) in the department of Cordoba, Colombia

HERRERA B. YONAIRO^{1*} MVZ, VERGARA A. JHEREMMYS² MVZ,
ENSUNCHO H. CARLOS¹ MVZ, CAUSIL V. LUIS¹ Biol.

¹Universidad de Córdoba. Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Departamento de Ciencias Pecuarias. Montería. Colombia.

²Universidad de Córdoba. Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias.
Grupo de Investigación en Medicina de Grandes Animales. – MEGA. Montería. Colombia.

Keywords:

Nematodes,
cestodes,
Protozoa,
Trichostrongylus.

Abstract

The present study was designed with the objective of determining the frequency of gastrointestinal parasites in Creole burros (donkey) in the department of Cordoba, Colombia. The type of study was cross-sectional descriptive. The study was conducted on 47 farms between August and November 2015. coprological samples were collected and flotation technique was used, examined 144 samples of the 144 samples examined 136 (94.44%) were positive least for some kind of parasite. The frequencies were found *Trichostrongylus* spp. 91.67% *Strongylus* spp. 68.06%, 66.67% *westeri* *Strongyloides*, *Parascaris equorum* 9.72%, 5.56% and *Anoplocephala perfoliata* *Eimeria* spp. 2.78%. It was concluded that there is a high presence of nematodes compared with tapeworms and protozoa found in the asses of Córdoba department, Colombia.

Palabras Clave:

Nemátodos,
Céstodos, Protozoos,
Trichostrongylus.

Resumen

El presente estudio fue diseñado con el objetivo de determinar la frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros criollos (*Equus africanus asinus*) del departamento de Córdoba, Colombia. El tipo de estudio fue descriptivo transversal. El estudio se llevó a cabo en 47 predios entre los meses de agosto y noviembre de 2015. Se recolectaron muestras coprológicas y se empleó la técnica de flotación, examinándose 144 muestras, De las 144 muestras examinadas 136 (94,44%) resultaron positivas al menos para algún género de parásito. Las frecuencias encontradas fueron de *Trichostrongylus* spp. 91,67%, *Strongylus* spp. 68,06%, *Strongyloides westeri* 66,67%, *Parascaris equorum* 9,72%, *Anoplocephala perfoliata* 5,56% y *Eimeria* spp. 2,78%. Se pudo concluir que existe una elevada presencia de nematodos en comparación con los cestodos y protozoarios, encontrados en los asnos del departamento de Córdoba, Colombia.

INFORMACIÓN

Recibido: 13-01-2016;
Aceptado: 01-05-2016.
Correspondencia autor:
yonairo@yahoo.es

Introducción

A pesar del aumento en la mecanización a nivel mundial, los burros todavía tienen el título de “bestias de carga”. Ellos tienen un lugar destacado en el sistema agrícola de muchos países en desarrollo. El bajo nivel de desarrollo de las carreteras en algunas regiones y terrenos difíciles en otras partes hacen del burro una especie valiosa, adecuada y asequible como animal de carga, especialmente en los sistemas de agricultura a pequeña escala. Millones de personas en el mundo dependen de estos animales como medio de transporte (HOSSEINI *et al.*, 2009).

Aunque el burro a menudo ha sido descrito como un animal robusto, puede padecer una variedad de enfermedades. HOSSEINI *et al.* (2009), mencionan que los équidos han servido como hospedadores para más de 75 especies de helmintos. Estos parásitos causan daño a los animales, tanto en la fase de infección como en las etapas larvales, estas se desarrollan y surgen los parásitos adultos (WANNAS *et al.*, 2012). Entre los helmintos, los nematodos “estróngilos” son los habitantes más comunes del tracto gastrointestinal de los equinos (WAQAS *et al.*, 2014).

Existen pocos trabajos sobre las especies parasitarias en asnos y muy pocas publicaciones muestran estudios sobre la prevalencia de los parásitos internos de estos animales en Colombia, mientras que en países como Irán, Brasil, Etiopía si tienen reportes (MATTHEEA *et al.*, 2002, WAQAS *et al.*, 2014, HOSSEINI *et al.*, 2009). Esto ha llevado a extrapolar la información que se conoce de los caballos para crear suposiciones acerca de la epidemiología y la patogenicidad de varias especies de helmintos en los burros (WAQAS *et al.*, 2014). Un estudio desarrollado con el objetivo de determinar la asociación entre la pobreza y las enfermedades de los animales, se identificó que el parasitismo es uno de los problemas más importantes para los équidos en los países en desarrollo (SELEBAFMAYANI y GAREDAGHI, 2015).

Los estudios sobre el valor de las prácticas de control estratégico de helmintos en burros son limitados y se han basado sólo en los datos de

recuento de huevos fecales (MATTHEEA *et al.*, 2002). En vista de la considerable población de asnos en el departamento, su importancia socioeconómica y la falta de información acerca de estos helmintos, el presente estudio fue diseñado para determinar la frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros criollos del departamento de Córdoba, Colombia.

Materiales y método

Área de estudio: El estudio se llevó a cabo en seis municipios ubicados en el departamento de Córdoba, Colombia, ubicado entre las coordenadas 7°23' y 9°26' de latitud norte y los 74°52' y 76°32' de longitud oeste, a una altura de 30 msnm, con temperatura promedio anual de 28°C, humedad relativa del 84%, precipitación media anual de 1200 mm y pertenece a la formación climática de bosque tropical lluvioso (CASSAB *et al.*, 2010; PABÓN *et al.*, 2001).

Animales de estudio: Para esta investigación se trabajó con burros criollos (*E. africanus asinus*) con el fin de determinar la frecuencia de parásitos gastrointestinales en estos animales. Los animales fueron clasificados por sexo, 64 hembras y 80 machos. El estudio fue de tipo descriptivo transversal y se llevó a cabo entre agosto y noviembre de 2015. El tamaño de la muestra fue no probabilístico por conveniencia y se procesaron 144 muestras de heces.

Métodos parasitológicos: Las muestras se recolectaron directamente del recto del animal y de heces recién defecadas. Luego fueron depositadas en frascos estériles recolectores de materia fecal de 5x6 cm, debidamente rotulados con el sexo del animal. Las muestras recolectadas fueron almacenadas en cavas de icopor® con bolsas de geles congelados, evitando al máximo la exposición a factores externos como calor y corrientes de aire que pudieran ocasionar daños a las muestras, las cuales se transportaron al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, en un tiempo menor a doce horas, donde se procedió al análisis. Las muestras se examinaron por las técnicas de flotación siguiendo los procedimientos estándar para helmintos, para ello se tomaron 2 gramos de heces y me

mezclaron con una solución sobresaturada de azúcar, posteriormente se filtró con gasa y la solución líquida fue llevada a tubos de ensayo de 15 ml hasta la formación de un menisco convexo para colocar un cubreobjetos durante 15 minutos, finalmente se retiró el cubreobjetos y se colocó sobre una lámina portaobjetos y se observó con microscopio óptico con objetivos de 10x y 40x (HENDRIX y ROBINSON, 2014). La identificación de los huevos se hizo con base a su morfología (URQUHART *et al.*, 2003). También se realizó una clasificación de acuerdo al tipo de asociación parasitaria.

Análisis estadístico: Los resultados de esta investigación se tabularon en Microsoft Excel versión 2010 y analizados por el programa estadístico InfoStat e2015, estimando la frecuencia de cada parásito mediante la fórmula descrita por ALTMAN y BLAND (2001): Frecuencia= (No. Animales positivos / Población total) x 100.

Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, de las 144 muestras examinadas, el 94,44% (136) resultó positivo al menos para algún grupo parasitario. En los burros de las fincas objeto de estudio se observó la constante presencia de huevos de helmintos, siendo los nematodos el grupo parasitario con mayores frecuencias, siendo los helmintos nematodos más frecuentes *Trichostrongylus axei* (91,67%), nematodos de la familia *Strongylidae* (68,06%) y *Strongyloides westeri* (66,67%). Los parásitos gastrointestinales encontrados en el presente estudio se pueden observar en la Tabla 1, evidenciando la presencia de 6 géneros de parásitos en el Burro Criollo Colombiano.

En la Tabla 2, se observan la frecuencia parasitaria de acuerdo al sexo de los animales. De las 64 hembras muestreadas, 60 resultaron positivas a por lo menos un grupo parasitario, mientras que 76 machos arrojaron resultado positivo en la prueba diagnóstica.

En la Tabla 3, se detalla la clasificación de acuerdo a las asociaciones parasitarias.

Tabla 1: Frecuencia por género parasitario en burro criollo colombiano.

Genero	Positivos	Frecuencia (%)	Clase parasitaria
<i>Trichostrongylus</i> spp.	132	91,67	Nematodo
<i>Strongylidos</i> spp.	98	68,06	Nematodo
<i>Strongyloides westeri</i> .	96	66,67	Nematodo
<i>Parascaris equorum</i>	14	9,72	Nematodo
<i>Anoplocephala perfoliata</i>	8	5,56	Cestodo
<i>Eimeria</i> spp.	4	2,78	Protozoario

Tabla 2: Frecuencia por sexo de helmintos gastrointestinales en burro criollo Colombiano

Parásito	Machos (%)	Hembras (%)
	Positivos	
<i>Trichostrongylus</i> spp.	92,5	90,6
<i>Strongylidos</i> spp.	65	71,8
<i>Strongyloides westeri</i> .	67,5	65,6
<i>Parascaris equorum</i>	10	9,3
<i>Anoplocephala perfoliata</i>	7,5	3,1

Tabla 3. Asociaciones parasitarias en burro criollo colombiano

Taxones	Burros parasitados	% ¹
Monoparasitismo	8	5,88
Biparasitismo	48	35,29
Triparasitismo	72	52,94
Tetraparasitismo	8	5,88

¹En base a 136 muestras positivas

En la Figura 1 se pueden observar algunos de los huevos de parásitos encontrados en el estudio.

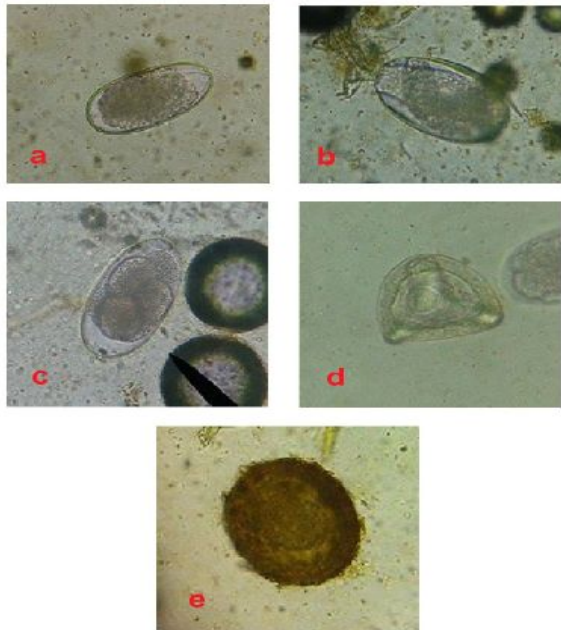


Figura 1: Huevos de parásitos gastrointestinales en Burros Criollos. a: huevo tipo *Trichostrongylus* spp., b: huevo de *S. westeri*, c: huevo tipo *Strongylido*, d: huevo de *A. perfoliata*, e: huevo de *P. equorum*

Discusión

Entre los helmintos de los équidos, los parásitos del tracto intestinal son los más conocidos y comunes. Los grandes y pequeños *Strongylus*, son los parásitos frecuentes del intestino grueso, cuyas larvas migran de manera compleja a todo el organismo y son responsables de problemas variados y a menudo graves en los equinos; y *Parascaris equorum* (particularmente en animales jóvenes) (MORALES *et al.*, 2010; PRADA y ROMERO 2009). Por ello, es de vital importancia cuando se trabaja con una población equina, conocer qué poblaciones de parásitos están presentes, ya que muchos pueden ser poco o nada patógenos, mientras que otras poblaciones pueden ser altamente patógenas, llevando incluso a la muerte de los huéspedes. De igual forma, conocer la población parasitaria presente, permite elegir el antiparasitario específico contra los parásitos identificados (PRADA y ROMERO 2009).

El presente estudio determinó una frecuencia de 94,44% (136/144) de parásitos gastrointestinales en burros criollos en el departamento de Córdoba. Estos resultados son considerados similares a los encontrados por GATACHEW *et al.* (2010) en el Reino Unido, IBRAHIM *et al.* (2001) en Etiopia y BURDEN *et al.* (2010) en México, donde las prevalencias fueron de 99, 96,9 y 82% respectivamente.

En Colombia son pocos los estudios reportados sobre frecuencia y prevalencia de parásitos gastrointestinales que afectan a los burros criollos (*E. asinus*). El único estudio realizado en esta especie en el país fue el realizado por RIOS *et al.* (2011), en el municipio de Oiba (Santander). Es de anotar que en ese estudio solo se muestrearon 16 asnales, encontrando prevalencias para los équidos en general de 90% similares a los hallados en esta investigación.

La alta frecuencia de helmintos nematodos en el estudio podría deberse al manejo dado a estos animales en el departamento de Córdoba, en donde prácticamente no existen planes sanitarios para esta especie, siendo este considerado un équido de trabajo y de tracción animal. Al respecto ALUJA *et al.* (2000) y UPJHON *et al.* (2010), consideran que en los países en vías de desarrollo la mayoría de los équidos de trabajo y en especial los dedicados a la tracción son propiedad de personas con bajos recursos económicos, cuyo sustento se deriva de la actividad diaria de estos animales, situación que conduce a un manejo inadecuado, asociado a largas jornadas de trabajo, insuficiente nutrición y deficiente atención sanitaria, hecho que favorece la exposición y susceptibilidad a distintos agentes infecciosos, incluyendo los parásitos (CASTAÑO 2005; MORALES *et al.*, 2012; CUTOLO *et al.*, 2011).

En todo el mundo los équidos (cebra, burro, caballo y sus híbridos) experimentan algún nivel de parasitismo de forma continua, siendo los équidos de trabajo en los países en vías de desarrollo los más susceptibles a presentar altas cargas parasitarias (CRANE *et al.*, 2011; UPJOHN *et al.*, 2010).

Estos datos son superiores y diferentes a los reportados por WAQAS *et al.* (2014) en Pakistán, donde los géneros más prevalentes

fueron *Strongylus* (28,33%) y *Trichostrongylus* (9,66%) y WANNAS *et al.* (2012) en Iraq donde las prevalencias por genero fueron *Strongylidae* (57,14%), *P. equorum* (32,14%), *S. westeri* (28,57%), *Trichostrongylus axei* (17,85%). Esta diferencia en cuanto al grado de infestación pudo haber sido influenciada por el manejo sanitario que se les dan a los animales en las diferentes regiones donde se realizaron los estudios. A diferencia de los otros países en mención, en nuestra región no se les presta la atención clínica necesaria a los burros y están en manos de pequeños productores y campesinos que en la mayoría de los casos no manejan un plan de desparasitación adecuado.

En el estudio cabe resaltar la ausencia de huevos de *Oxyuris equi* y la presencia de huevos de helmintos cestodos de *A. perfoliata* (5,56%); en comparación a las otras investigaciones que si lo reportan *Oxyuris equi* y la no presencia de *A. perfoliata*.

La frecuencia de los parásitos encontrados es diferente en distintas partes del mundo y pueden ser debido a las variaciones en las condiciones climáticas y a los distintos programas de prevención y control frente a los helmintos. MATTHEEA *et al.* (2002) considera que la temperatura, precipitación, humedad relativa, distribución geográfica y las condiciones bajo las cuales los animales son mantenidos son factores que interfieren en la prevalencia de los parásitos.

GÜIRIS (2010) y VALDÉZ (2013) mencionan que el clima de la región juega un papel importante en las especies de helmintos y su abundancia, se evidencia que estos parásitos son comunes en équidos de regiones tropicales como México, Panamá y Brasil.

En relación al sexo, en el estudio no se encontraron diferencias en relación a los géneros parasitarios, siendo las infecciones similares tanto en machos como en hembras. Esto quizás sea debido a que las condiciones de pastoreo y manejo que presentan los animales en el departamento son los mismos para ambos sexos. MUGHINI *et al.* (2011) reporta un estudio en Italia donde demuestra que el sexo no es relevante con respecto a las cargas parasitarias. En contraste MBAFOR *et al.* (2012) y FRANCISCO *et al.* (2009) demostraron

en équidos mayores prevalencias de estróngilos que en hembras.

En el estudio, la mayoría de los animales presentan infecciones mixtas, presentando 128 burros (94,11%) multiparasitismo, siendo el bi y triparasitismo las asociaciones más frecuentes con 35,29 y 52,94% respectivamente. Este tipo de asociaciones son frecuentes en los animales domésticos en pastoreo, puesto que las condiciones ambientales en los países tropicales facilitan a los helmintos nematodos su gran capacidad de reproducción y adaptación a diferentes condiciones climáticas (SOCA *et al.*, 2007).

Es de anotar que es importante determinar los géneros de parásitos más frecuentes, ya que algunas pueden ser poco o nada patógenas, mientras que otras pueden serlo altamente, llevando incluso a la muerte de los hospederos (PRADA y ROMERO 2009). En el estudio el género predominante fue *Trichostrongylus spp.*, parásito que se alimenta de tejidos de la mucosa gastrointestinal y está asociado a procesos diarreicos y retardo en el crecimiento. La alta frecuencia encontrada de este nematodo quizás este dada por la capacidad que tiene este, de resistir las altas temperaturas (VÁSQUEZ *et al.* 2004). Además, FINCHER y STEWART (1979) en estudio en nematodos aseguran que el suelo es un reservorio importante para larvas infectantes las cuales en condiciones adversas pueden migrar a las pasturas. LEVINE (1968) lo cita como el único parásito común entre equinos y bovinos. Además, la alta frecuencia también puede atribuirse porque en el departamento de Córdoba es común el pastoreo conjunto de rumiantes y équidos en los sistemas de producción.

Los signos clínicos asociados a parasitismos intensos incluyen: reducción de la tasa de crecimiento, distensión abdominal, cólico por compactación, mala condición corporal, debilidad, disminución del rendimiento físico y de la fertilidad; tasa de digestión y absorción de nutrientes reducida; perforación intestinal y muerte, entre otros (CUTOLO *et al.*, 2011). Si bien en el estudio se encontraron altas frecuencias en burros, la carga parasitaria por animal indicaría que su importancia patológica sería de poca magnitud, ya que los animales no presentaban signos

propios del parasitismo gastrointestinal. Sin embargo, la presencia en la especie animal tiene la trascendencia de mantenerlos como diseminadores y reservorios de la infección para otros animales más susceptibles.

En general, en Colombia, como en muchas partes del mundo, la atención dada por los propietarios a los burros es muy deficiente y está por debajo de los planes sanitarios implementados en otras especies. Esto podría deberse en parte a la percepción errónea que se tiene acerca de la crianza de los burros, en donde se considera que estos animales requieren poca atención, condicionando de esta manera la alta frecuencia del parasitismo gastrointestinal y las infecciones mixtas. Factores como la alta contaminación larval en los pastizales y la intensidad de pastoreo puede aumentar la probabilidad de ingestión de huevos y larvas y con ello favorecer la infección y el multiparasitismo.

Conclusiones

Existe una alta frecuencia de infección parasitaria en los hatos de burros estudiados en el departamento de Córdoba. Las infecciones por helmintos nematodos pueden considerarse altas, lo que sugiere que el parasitismo gastrointestinal es un problema de importancia médica que deber ser objeto de mayor atención para su prevención y control.

Los principales helmintos hallados fueron nematodos del genero *Trichostrongylus* spp, estróngilos y *S. westeri*, pudiéndose considerar a estos parásitos como endémicos en la región. La presencia de estos helmintos obliga a establecer planes sanitarios de desparasitación que regulen los ciclos parasitarios y minimicen el impacto de estas parasitosis en el estado de salud y rendimiento económico y productivo de estos animales.

Referencias

- ALTMAN, D.G.; BLAND, J.M. 2001. Statistics Notes: Diagnostic tests 1: sensitivity and specificity. Brit. Med. J. 308:1552-1553.
- ALUJA, A.; LOPEZ, A.; CHAVIRA, H.; OSEGUERA, D. 2000. Condiciones patológicas más frecuentes en los équidos de trabajo en el campo mexicano. Revista Veterinaria Mexico 31(2):65 - 168.
- BURDEN, F. *et al.* 2010. Selected health and management issues facing working donkeys presented for veterinary treatment in rural Mexico: Rev. Zooc. 2014. 1(1):14-23
- CASSAB, A.; MORALES, V.; MATTAR, S. 2010. Factores climáticos y casos de Dengue en Montería, Colombia. 2003-2008. Rev. Salud pública 13 (1):115-128.
- CASTAÑO, R. 2005. *Parásitos de los equinos*. Red de Helminología Para America Latina y El Caribe. FAO- INTA, Argentina.
- CRANE, M.; KHALLAAYOUNE, K.; SCLANTEBURY, C.; CHRISTLEY, R. 2011. A randomized triple blind trial to assess the effect of an anthelmintic programme for working equids in Morocco. BMC Veterinary Research 7 (1):1-8.
- CUTOLO, A.; TINTINO, A.; MAEQUES, S. 2011. Field study on the efficacy of an oral 2% ivermectin formulation in horses. Revis Brasileira De Parasitologia Veterinaria 20 (2):171-175.
- FINCHER, T.; STEWART, B. 1979. Vertical Migration by Nematode Larvae of Cattle Parasites Through Soil. Proc. Helm. Soc. Wash. 46 (1):43-46.

- FRANCISCO, I.; ARIAS, M.; CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, R.; MOCHALES, E.; SÁNCHEZ, J.A, et al. 2009. Silvopastoralism and autochthonous equine livestock: Analysis of the infection by endoparasites. *Vet Parasitol* 14 164 (2-4):357-62.
- GATACHEW, M.; TRAWFORD, A.; FESEHA, G.; REID, S. 2010. Gastrointestinal parasites of working donkeys of Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production* 41(2):27-33.
- GÜIRIS, A. *et al.* 2010. Biodiversity and distribution of helminths and protozoa in naturally infected horses from the biosphere reserve “La Sierra Madre de Chiapas”, México. *Veterinary Parasitology* 164:357-362.
- HENDRIX, C.M.; ROBINSON, E.D. 2014. *Diagnostic parasitology for veterinary technicians*. Elsevier Health Sciences. USA.
- HOSSEINI, S.H.; MESHGI, B.; ESLAMI, A.; BOKAI, S.; SOBHANI, M.; EBRAHIMI SAMANI R. 2009. Prevalence and biodiversity of helminth parasites in donkeys (*Equus assinus*) in Iran. *Int. J. Vet. Res.* 3 (2):95-99.
- IBRAHIM, N.; BERHANU, T.; DERESSA, B.; TADELE, T. 2001. Survey of Prevalence of Helminth Parasites of Donkeys in and Around Hawassa Town, Southern Ethiopia. *Global Veterinaria* 6 (3):223-227.
- LEVINE, N.D. 1968. *Nematodes parasites of domestic animals and of man*. Burgess Publishing Co. Minnesota, USA.
- MATTHEEA, S.; KRECEKA, R.C.; MILNEA, S.A.; BOSHOFFA, M.; GUTHRIEB, AJ. 2002. Impact of management interventions on helminth levels, and body and blood measurements in working donkeys in South Africa. *Veterinary Parasitology* 107:103–113.
- MBAFOR, F.; KHAN, V.; JOSUEQW; TCHOUMBOUE, J. 2012. Prevalence and intensity of gastro-intestinal helminths in horses in the Sudano-Guinean climatic zone of Cameroon. *Tropical Parasitology* 2 (1):45-48.
- MORALES, A.; BELLO, H.; GOMEZ, M. 2012. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en caballos pura sangre de carrera (*Equus Caballus*) durante el periodo de cuarentena 2010 en el Hipodromo “La Rinconada” Caracas, Venezuela. *Neotrop. Helmintho* 6 (1):115-119.
- MORALES, A.A.; GARCÍA, F.; CORONADO, T.R.; LATOUCHE, O.; RIVERO, L.; ROSSINI, M.; BELLO, H.; LEAL, L.; LÓPEZ, P.; RODRÍGUEZ, C.F. 2010. Síndrome de enteritis secretora crónica parasitaria por *Strongylus vulgaris* con resistencia a ivermectina en un equino pura sangre de carrera. *Neotropical Helminthology* 4 (1):71-74.
- MUGHINI, G.; USAI, F.; STANCAMPIANO, L. 2011. Strongylosis in horses slaughtered in Italy for meat production: Epidemiology, influence of the horse origin and evidence of parasite self-regulation. *Veterinary Parasitology* 179:167-174.
- PABÓN, J. ESLAVA, J. GÓMEZ, R. 2001. Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. *Meteorología Colombiana* (4):47-59.
- PRADA, A. ROMERO, C. S. 2009. Determinación de géneros de endoparásitos que afectan a los equinos de las sabanas del Casanare. *Revista de Medicina Veterinaria* 18:71-79.
- RIOS, M.A.B.; QUICENO, V.H.A.; ARIAS, D.A.D.; PLATA, E.A.R. 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en équidos del municipio de Oiba (Santander). *Spei Domus* 7 (15):2-12.

- SELEBAFMAYANI, A.; GAREDAGHI Y. 2015. Survey on Fecal Gastrointestinal Parasitic Helminthes in Horses of Jokey clubs in Ardabil city, Iran. *Biological Forum – An International Journal* 7 (1):106-110.
- SOCA, M.; SIMÓN, L.; ROQUE, E. (2007). Árboles y nemátodos gastrointestinales en bovinos jóvenes: Un nuevo enfoque de las investigaciones. *Pastos y Forrajes* 30:21-33.
- UPJOHN, M.M.; SHIPTON, K.; LEROTHOLI, T.; ATTWOOD, G.; VERHEYEN, K.L. 2010. Coprological prevalence and intensity of helminth infection in working horses in Lesotho. *Trop Anim Health Prod* 42 (8):1655-61
- URQUHART, G.M.; ARMOUR, A.M.; DUNN, JENNINGS, F.W. 2003. *Veterinary parasitology*. 3 ed. pp: 4-78.
- VALDÉZ, M.; HERNANDEZ, M.; RODRIGUEZ, L.; ALONSO, M. 2013. Gastrointestinal nematode burden in working equids from humid tropical areas of central Veracruz, Mexico, and its relationship with body condition and haematological values. *Trop Anim Health Prod* 45:603-607.
- VÁSQUEZ, V.; FLORES, J.; VALENCIA, C.; HERRERA, D.; PALACIOS, A.; LIÉBANO.; PELCASTRE, A. (2004). Frecuencia de nemátodos gastroentéricos en bovinos de tres áreas de clima subtropical húmedo de México. *Técnica pecuaria en México* 42 (2):237-245.
- WANNAS, H.; DAWOOD, K.H.; GASSEM, G.H.; 2012. Prevalence of Gastro-intestinal Parasites in Horses and Donkeys in Al Diwanayah Governorate AL-Qadisiya *Journal of Vet.Med.Sci.* 11(1):24-32.
- WAQAS, M.; SARWAR KHAN, M.; ZAMEER DURRANI, A.; ARIF KHAN, M.; D AVAIS, M.; AKBAR KHAN, S.; UR REHMAN, S.; HUSSAIN, A.; NASIR, N.; HUSSAIN, A., CEZAR DOS SANTOS, F. 2014. Prevalence of Gastrointestinal parasites, chemotherapy and haematology of Strongylosis in Donkeys of District Lahore, Pakistan. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 3 (7):198-207.

Seroprevalencia de *Mycobacterium avium* Subsp. *paratuberculosis* (MAP) en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Cauca, Antioquia, Colombia

Seroprevalence of *Mycobacterium avium* Subsp. *paratuberculosis* (MAP) in a beef cattle farm of a tropical moist forest in Cauca, Antioquia, Colombia

VÉLEZ A. MARIA¹ MV, RENDÓN D. YINEDY¹ MV, VALENCIA R. ANDRÉS¹ MV,
RAMÍREZ V. NICOLÁS¹ Ph.D, FERNÁNDEZ-S JORGE^{1*}. Ph.D.

¹Universidad de Antioquia, Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Epidemiología y Salud Pública Veterinaria, Centauro, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

Keywords:

Diagnosis,
Johne's disease,
beef cattle,
paratuberculosis,
tropical moist forest

Abstract

The present study determines the seroprevalence of MAP in beef cattle of a farm in tropical moist forest located in the municipality of Cauca. Blood samples from all animals over two years of age (n=151) were obtained together with information on the epidemiological characteristics of the animal (age, breed, sex, parity, reproductive state, days postpartum). Serum samples were analyzed with an Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) and the information analyzed using descriptive and analytic statistics (two-way frequency tables). ELISA results showed a seroprevalence of 33.8% (IC 95% 26.1-41.4) while statistical analysis showed no association between ELISA results and individual animal characteristics. According to the results, high seroprevalence of paratuberculosis level was determined in a beef farm for the first time in Colombia. Further studies on beef cattle herds should be carried out to increase the knowledge of the prevalence of this disease in the country.

Palabras Clave:

Diagnóstico,
enfermedad de Johne,
ganado de carne,
paratuberculosis,
bosque húmedo tropical

Resumen

El presente estudio se realizó para determinar la seroprevalencia a MAP en ganado de carne de una granja en bosque húmedo tropical ubicada en el municipio de Cauca. Se tomaron muestras de sangre de todos los bovinos mayores de dos años (n=151) y se obtuvo información de características individuales (edad, raza, sexo, número de partos, estado reproductivo y días posparto). Las muestras de suero fueron analizadas mediante el Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA), mientras que la información fue analizada usando estadística descriptiva y analítica (Prueba de chi cuadrado y prueba exacta de Fisher). Los resultados de ELISA mostraron una seroprevalencia del 33.8% (IC 95% 26.1-41.4) y el análisis estadístico no mostró asociación entre los resultados de ELISA y los factores individuales de los animales. De acuerdo a los resultados, un alto nivel de seroprevalencia fue determinado en ganado de carne por primera vez en Colombia. Futuros estudios en este tipo de ganado deben ser realizados para aumentar el conocimiento de la prevalencia de la enfermedad en el país.

INFORMACIÓN

Recibido: 14-02-2016;

Aceptado: 20-05-2016.

Correspondencia autor:
jorge.fernandez@udea.edu.co

Introducción

Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis (MAP) es el agente etiológico de la paratuberculosis (PTB) o enfermedad de Johne en rumiantes. La PTB es una enfermedad crónica que causa enteritis granulomatosa con linfadenitis y linfangitis de linfonodos mesentéricos de estos animales. La PTB tiene una distribución mundial y un impacto económico significativo (CLARKE, 1997). Sin embargo, debido a que la mayoría de los casos de la enfermedad de Johne son subclínicos y datos sobre prevalencia son escasos, es difícil estimar las consecuencias económicas de esta enfermedad para individuos, hatos o el país. La enfermedad de Johne tiene implicaciones serias para el comercio nacional e internacional de animales vivos y germoplasma, debido a que la enfermedad de Johne se propaga con mayor efectividad a través del movimiento de animales infectados que contaminan un nuevo ambiente estableciendo el escenario para la masiva exposición de más animales, y a que MAP ha sido aislado de semen y embriones de reproductores afectados, aunque se desconoce la efectividad de esta ruta de transmisión. El comercio internacional de animales ha contribuido a la diseminación global de la enfermedad de Johne y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) considera la enfermedad de Johne o paratuberculosis como una enfermedad de gran importancia global (COMMITTEE ON DIAGNOSIS AND CONTROL OF JOHNE'S DISEASE, 2003). En Colombia el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) considera a la paratuberculosis como una enfermedad común a varias especies de denuncia obligatoria (ICA, 2015).

En ganado de carne el impacto económico no ha sido estimado con precisión. La baja prevalencia intrahato aunado a la escasez de registros completos en muchas granjas de carne hacen que la determinación del impacto económico en ganado de carne sea difícil. La PTB puede causar pérdidas por muerte, venta de animales con pesos por debajo de lo esperado y costos de remplazo asociados a la enfermedad. En ganado de carne se asume una reducción de la producción de leche como ocurre en ganado lechero, lo que conlleva a que los pesos ajustados al destete de los terneros de vacas infectadas con MAP sean menores (ROUSSEL, 2011). Las pérdidas económicas asociadas en vacas de ganado

de carne seropositivas a MAP o de las cuales se aisló MAP de materia fecal fueron estimadas en US\$ 57.49/ternero, para vacas con resultados de ELISA fuertemente positivos; y US\$ 156.60/ternero y US\$ 109.23/ternero para vacas clasificadas como altamente excretoras y moderadamente excretoras de MAP, respectivamente (BHATTARAI et al. 2013a). Otros costos menos obvios podrían incluir la pérdida potencial en ventas en el caso de productores de ganado puro, el costo de pérdida de material genético valioso, pérdida de mercados de exportación y pérdida de la confianza del consumidor. Muchos de estos costos son ocultos o costos de oportunidad (ROUSSEL, 2011). Un estudio previo estimó que la pérdida anual por cada animal infectado, basada en información suministrada por productores, fue de US\$225 (95% CR: \$89–\$457). La misma estimación utilizando información suministrada por médicos veterinarios fue de \$250 (\$82–\$486). La pérdida anual estimada debida la enfermedad de Johne en una granja de 100 vacas con una prevalencia verdadera de 7% fue de US\$1644 (\$625–\$3250) basada en información suministrada por los productores. De igual manera, la pérdida anual estimada basada en información obtenida de médicos veterinarios fue de US\$1747 (\$575–\$3375, BHATTARAI et al. 2013b)

En los últimos años se ha planteado la pregunta sobre si MAP (el agente etiológico de la enfermedad de Johne) podría causar la enfermedad de Crohn humana o si es un hallazgo incidental sin importancia clínica en esta última enfermedad. El origen de esta asociación entre la enfermedad de Johne y la enfermedad de Crohn ha sido la similitud clínica y patológica entre las dos enfermedades (ambas granulomatosas del intestino con predilección por el íleon). Según otra perspectiva, la similitud ha sido exagerada, pues al ser comparadas también pueden verse varias diferencias clínicas significativas en el estado preclínico y clínico, los síntomas y signos gastrointestinales, las manifestaciones gastrointestinales, el curso clínico, y diferencias patológicas en la localización de la lesión, las características macroscópicas y la apariencia microscópica. Las similitudes y las diferencias han sido interpretadas por expertos a favor y en oposición a la visión de MAP como causa de la enfermedad de Crohn (COMMITTEE ON DIAGNOSIS AND CONTROL OF JOHNE'S DISEASE, 2003).

En el mundo, la paratuberculosis en ganado de carne es menos prevalente que en ganado de leche (ROUSSEL, 2011). Diversos estudios muestran una mayor presentación en ganado de leche y doble propósito frente al ganado de carne, no sólo a nivel animal, sino también por hatos (MERKEL *et al.*, 1987; ROUSSEL, 2011). En América Latina y el Caribe se estima una prevalencia (mayoritariamente en ganado de leche) de 16,9% (95 % CI 13,2–20,5) y 75,8 % (95 % CI 50,1–101,5) a nivel individual y a nivel de hato, respectivamente (FERNÁNDEZ-S *et al.*, 2014). En Colombia, se han hecho estudios sobre MAP y PTB, todos en ganado de leche (ZAPATA *et al.*, 2010; RAMÍREZ *et al.* 2001; RAMÍREZ *et al.*, 2011; FERNÁNDEZ-S *et al.*, 2011a; FERNÁNDEZ-S *et al.*, 2011b; RAMÍREZ-G y MALDONADO-E, 2013) pero no se cuenta con una prevalencia nacional o prevalencias regionales y no se han realizado estudios de la enfermedad en ganado de carne (CORREA-V *et al.*, 2015). En el caso colombiano, un estudio realizado en el trópico bajo en el departamento de Córdoba obtuvo una seroprevalencia del 25% en un hato de ganado lechero (DE WAARD, 2010). Es importante establecer la magnitud de la presentación de la PTB en ganado de carne para proponer medidas de control de la enfermedad adecuadas y así evitar pérdidas en la producción, la transmisión y propagación entre los hatos.

El objetivo de este estudio es determinar la seroprevalencia de MAP en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Cauca, Antioquia, Colombia y explorar la asociación entre factores individuales de los animales con el resultado de ELISA para MAP.

Materiales y métodos

Tipo de estudio: Se realizó un estudio observacional, analítico seccional cruzado (DOHOO *et al.*, 2010), el cual fue avalado por el Comité de Ética para la Experimentación con Animales (CEEAA) de la Universidad de Antioquia, según acta 87 del 30 de enero de 2014.

Granja: La granja está ubicada en el municipio de Cauca, región del Bajo Cauca, departamento de Antioquia (Colombia), en zona de vida Bosque

Húmedo Tropical, a 50 metros sobre el nivel del mar (msnm), con precipitación anual de 2.100 milímetros (mm), temperatura promedio de 26°C, y humedad relativa del 75%. La granja cuenta con una extensión total de 264.48 hectáreas y un total de 266 bovinos repartidos en diferentes lotes, según su edad y estado reproductivo. La granja está certificada como hato libre de brucelosis y tuberculosis bovina (pendiente de recertificación en ésta última). Actualmente es un hato cerrado, pues tienen sistema de auto-reemplazo. Sin embargo, los animales eran traídos anteriormente de una granja del mismo propietario ubicada en el municipio de Gómez Plata, región del Nordeste, departamento de Antioquia (Colombia), en zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano, a 1.080 msnm, con precipitación anual de 1.800 mm, temperatura promedio de 25°C, y humedad relativa de 80%, la cual, a su vez, recibía animales de una granja del mismo propietario ubicada en el municipio de San Pedro de Los Milagros, región Norte, departamento de Antioquia (Colombia), en zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo, a 2.400 msnm, con precipitación anual de 1575 mm, temperatura promedio de 15°C, y humedad relativa del 72%. Esta última granja ha presentado casos clínicos y diagnóstico positivo a MAP según diferentes estudios previos (ZAPATA *et al.*, 2010; RAMÍREZ *et al.*, 2011; RAMÍREZ-G y MALDONADO-E, 2013).

Animales: A todos los bovinos mayores de dos años, de ambos sexos, de todas las razas, cruces, y estados reproductivos de la granja (n=151) se les tomó muestra de sangre en agosto de 2014. Todos los animales fueron reportados como asintomáticos para PTB y no habían sido muestreados antes para esta enfermedad.

Muestras: Las muestras de sangre de los animales se tomaron de la vena coccígea previa desinfección del área con alcohol antiséptico. Después de permitir la retracción del coágulo sanguíneo a temperatura ambiente, el suero se separó mediante centrifugación a 2000 rpm durante cinco minutos. Las muestras de suero fueron refrigeradas a 4°C hasta su llegada al Laboratorio Clínico y de Serología de la Unidad de Diagnóstico de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad de Antioquia, donde fueron congeladas a -20°C hasta su análisis posterior por medio de la prueba de ELISA.

ELISA: La prueba de ELISA se realizó empleando el kit comercial preabsorbido ID VET, ID Screen® Paratuberculosis Indirect, Screening test (Grabels, Francia) según el protocolo del fabricante. Para establecer el resultado de ELISA se determinó la Densidad Óptica Media del Control Positivo (DOCP) y del Control Negativo (DOCN). Posteriormente se obtuvo la proporción entre las Densidades Ópticas Medias de los controles positivos y negativos (DOCP/DOCN), procedimiento por el cual se confirmó la validez del ensayo. Cada muestra fue analizada una sola vez para obtener el porcentaje S/P (S/P%) mediante la fórmula $S/P\% = \frac{DO \text{ muestra} - DOCN}{DOCP - DOCN} \times 100$. Los resultados de ELISA que el kit diagnóstico clasificó como dudosos fueron considerados como positivos para los análisis posteriores.

Información sobre características individuales de los animales: Simultáneamente a la toma de muestras de sangre de los animales se recolectó información acerca de edad, raza, sexo, número de partos, estado reproductivo, y días posparto de cada animal muestreado, con el fin de explorar la asociación de factores individuales de los animales con estatus serológico de MAP. Para esto se empleó un formato el cual fue completado por el administrador de la granja.

Análisis de datos: Los datos se almacenaron en hojas de cálculo Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA) y luego se exportaron al software estadístico Stata 12.0 (StataCorp, 2011) para su análisis. Se efectuó estadística descriptiva para todas las variables de interés. Con la información de las variables y el resultado del ELISA se efectuó análisis de la asociación de los factores individuales del animal (edad, raza, sexo, número de partos, estado reproductivo, y días posparto)

con la seropositividad a MAP, esto último por medio de la prueba de Chi cuadrado de Pearson y para aquellas variables que presentaban menos de cinco datos en la tabla de contingencia se utilizó la prueba exacta de Fisher. Se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Características individuales de los animales muestreados: La media de la edad en años, del número de partos, y del número de días posparto en los animales muestreados fue de 6.1 años, 3 partos y 290.7 días posparto, respectivamente (Tabla 1). Se obtuvo información sobre la raza en 145 de los 151 animales muestreados, estableciéndose que los animales pertenecían a las razas Blanco Orejinegro (BON, 1,4%, 2/143), Brahman (46,9%, 67/143) y cruce BON por Brahman (51,7%, 74/143). Esta variable se re-categorizó para el análisis estadístico en Brahman (46,9%, 67/143) y Otra (BON o Cruce BON x Brahman, 53,1%, 76/143, Tabla 2). De los 151 animales muestreados, 148 eran hembras y tres eran machos. De 144 animales con datos reproductivos disponibles, se estableció que los tres machos son reproductores actualmente en uso y que las hembras se encontraban preñadas (n= 62), recién paridas (n=44), o vacías (n=35) al momento del muestreo.

ELISA: La prueba de ELISA en suero sanguíneo arrojó que el 33,8% (51/151, IC 95% 26,1-41,4) de los animales fueron positivos, mientras el 66,2% (IC 95% 0,58 – 0,73) fueron negativos para la presencia de anticuerpos contra MAP. El 3,3% (5/151) de los animales arrojó resultados clasificados por la prueba de ELISA como dudosos, los cuales se consideraron como positivos y están incluidos dentro estos últimos. En consecuencia, la prevalencia aparente obtenida en este estudio fue de 33.8% (51/151).

Tabla 1. Variables individuales cuantitativas de bovinos adultos muestreados para *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Caucasia, Antioquia, Colombia

Variable	Número observaciones	Media	Desviación estándar	Min.	Max.
Edad (años)	145	6,1	±2,9	2	14,34
Número de partos	135	3	±2,3	0	10
Días postparto	125	290,7	±210,3	2	848

Factores asociados al resultado de ELISA:

El análisis de factores individuales mostró asociación estadísticamente significativa entre el resultado de ELISA y la raza ($p=0,033$) en la prueba exacta de Fisher. En el presente estudio la seropositividad a MAP fue proporcionalmente más alta en los animales con mayor presencia genética Brahman: 0% en el BON puro, 25.7% en el cruce BON x Brahman, y 41.8% en el Brahman puro (datos no mostrados). Para el resto de los factores individuales (edad, raza, sexo, número de partos, estado reproductivo, y días posparto) no se observó asociación estadísticamente significativa ($p>0,05$, Tabla 2).

Discusión

En el presente estudio se determinó la seroprevalencia de MAP y se exploró la asociación entre factores del individuo y el resultado del ELISA en una granja de ganado bovino destinado a la producción de carne, ubicado en zona de

vida Bosque Húmedo Tropical del municipio de Caucasia, región del Bajo Cauca en Antioquia, Colombia.

El resultado de seroprevalencia obtenido en el presente estudio (33,8%) es similar al obtenido en estudios previos en ganado de carne (cruces *Bos taurus* (BT) con *Bos indicus* (BI)) usando una prueba de ELISA no preabsorbida en un matadero en el estado de Pará, Brasil 35,4% (SILVA, 2005). Por otro lado, el resultado es mayor al resultado de prevalencia a nivel animal obtenido en ganado de carne en Argentina 13,8% (MOREIRA *et al.*, 1994), Estados Unidos 4,4%, 3,9%, 8,0%, y 3,0% (TURNQUIST *et al.*, 1991; PENCE *et al.*, 2003; HILL *et al.*, 2003; ROUSSEL *et al.*, 2005), Canadá (0,8 y 1,5% (WALDNER *et al.*, 2002; SCOTT *et al.*, 2007), y China 11,17% (SUN *et al.*, 2007). Sin embargo, al comparar los resultados del presente estudio con aquellos estudios que reportan un resultado de seroprevalencia intrahato (obtenidos por medio de la prueba de ELISA) el resultado de prevalencia del presente estudio es superior

Tabla 2. Variables individuales según status serológico a *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* de bovinos adultos en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Caucasia, Antioquia, Colombia

Variable	Categoría	Número de observaciones	Resultado ELISA		p
			Positivo	Negativo	
Edad	≤ 5 años	72	23	49	0,905 ^a
	>5 años	73	24	49	
	Total	145	47	98	
Raza	Brahman	67	28	39	0,033 ^a
	Otra (BON o Cruce BON x Brahman)	76	19	57	
	Total	143	47	96	
Sexo	Macho	3	1	2	0,987 ^b
	Hembra	148	50	98	
	Total	151	51	100	
Número de partos	≤2	65	22	43	0,903 ^a
	>2	70	23	47	
	Total	135	45	90	
Días posparto	0-100	24	10	14	0,352 ^a
	>100	101	32	69	
	Total	125	42	83	

^a Prueba de Chi cuadrado de Pearson, ^b Prueba exacta de Fisher.

al de WALDNER et al., 2002 (prevalencias intrahato entre 2 y 12,8%) y ROUSSEL *et al.*, 2005 (prevalencias intrahato entre 2 y >12%), pero similares a los del estudio de ROUSSEL et al., 2007 cuyas prevalencias intrahato en la mayoría de las granjas analizadas estuvo entre 23 y 75%.

Aunque el resultado de seroprevalencia encontrado resultó mayor a lo esperado y lo reportado en bovinos para Latinoamérica, el Caribe, y Colombia (FERNÁNDEZ *et al.*, 2014; CORREA *et al.*, 2015), el resultado podría explicarse por la entrada de animales desde una de las granjas del propietario, en la cual ya se ha demostrado la presencia de MAP (ZAPATA *et al.*, 2010; RAMÍREZ *et al.*, 2011, RAMÍREZ-G y MALDONADO, 2013); y que es considerada como una de las principales formas de transmisión de la enfermedad de granjas de carne infectadas a granjas libres (ROUSSEL, 2011).

Adicionalmente, existe evidencia de la reacción cruzada con micobacterias ambientales en algunos hatos de ganado BI, lo que ha significado mayores seroprevalencias y que han llevado a sugerir la posible explicación de una mayor seroreactividad del ganado BI a los antígenos micobacteriales, ya sean por MAP o por micobacterias ambientales (ROUSSEL *et al.*, 2005; ROUSSEL, 2011; NORBY et al 2007). En estos trabajos también se han empleado ELISAs preabsorbidos (HerdChek, IDEXX Laboratories Inc, Westbrook, Me. y ParaCheck, CSL/Biocor, Omaha, Neb.) reportando el mismo resultado hasta el punto de sugerir la confirmación de los datos de alta seropositividad con otro ELISA, o una prueba directa (ROUSSEL et al. 2007). En el presente estudio, dicha confirmación estaba más allá del objetivo de nuestro estudio, pero abre perspectivas para investigaciones futuras en la misma granja. Aunque la especificidad del ELISA utilizado en el presente estudio se reporta por encima de 99% (FRY et al. 2008; KÖHLER et al. 2008), la posibilidad de falsos positivos, aunque muy baja, existe.

La prevalencia estimada en el presente estudios corresponde a la prevalencia aparente, la cual una vez ajustada con datos de sensibilidad y especificidad del ELISA utilizado, muy probablemente revelaran que la prevalencia intrahato ajustada (prevalencia verdadera)

es superior a la estimada. Dicho ajuste no se presenta debido a que los datos de sensibilidad y especificidad del ELISA reportados (FRY et al. 2008; KÖHLER et al. 2008) provienen de evaluaciones realizadas en otros países, en ganado lechero y bajo condiciones productivas y estacionales muy diferentes. Según lo sugerido por NIELSEN Y TOFT, 2008 y NIELSEN Y TOFT, 2009, previo a un estudio de prevalencia, es ideal que la exactitud del test diagnóstico a utilizar en el estudio fuese evaluada en la población objetivo. A su vez, para esta evaluación de exactitud, la sensibilidad y especificidad son necesarias y deberían haber sido estimadas previamente en una población geográficamente comparable y empleando pruebas diagnósticas (de referencia) como cultivo (o PCR fecal) que por ahora son difíciles de realizar por las dificultades en el transporte y conservación de este tipo de muestras desde el sitio donde está ubicada la granja. En caso de que esta estimación previa de la sensibilidad y especificidad "local" no se haga o no se haga apropiadamente, se pueden obtener valores de prevalencia inexactos e improbables (como por encima del 100%, NIELSEN Y TOFT, 2009). Este tipo de evaluación de exactitud de la prueba diagnóstica no era realizable en nuestras condiciones debido a las restricciones presupuestales y se salía del propósito del presente estudio y se prefirió reportar la prevalencia aparente en vez de la prevalencia verdadera, hasta que no contemos con estudios de evaluación y validación proveniente de contextos productivos locales.

La asociación estadísticamente significativa entre el resultado de ELISA y la raza ($p=0.033$) concuerda con la aparente diferencia de susceptibilidad entre razas de carne, al menos cuando se estima prevalencia promedio de pruebas serológicas, como lo demuestra un estudio en el que se encontró mayor prevalencia en Brahman comparado con Angus en un hato de tamaño moderado, en el cual además se encontró que entre el ganado cruzado del hato, la seroprevalencia se correlacionó positivamente con el porcentaje de Brahman en el pedigrí (ELZO *et al.*, 2006; ROUSSEL, 2011). De la misma manera, se encontró mayor seroprevalencia en hatos de ganado puro de carne BI y en hatos con influencia BI que en hatos BT (ROUSSEL *et al.*, 2005; ROUSSEL, 2011). En el ámbito nacional,

un estudio reciente en un hato de ganado BON y sus cruces en Antioquia, en el cual se determinó una seroprevalencia de 4% (2/50; TUBERQUIA *et al.* 2015) no reveló ninguna asociación estadísticamente significativa entre resultado del ELISA y la raza de los animales.

Las diferencias de raza juegan un papel fundamental en la genética de la resistencia a las enfermedades y pueden ser usadas como una herramienta para el control de la enfermedad (VIR SINGH *et al.* 2013; VAN HULZEN *et al.* 2011). Los efectos y las diferencias de la raza con respecto a la infección por MAP han sido estudiados y descritas en diferentes poblaciones bovinas (CLARKE, 1997).

De acuerdo con ROUSSEL (2011) la mayor diferencia entre ganado de carne y ganado de leche cuando se considera la transmisión y el control de paratuberculosis involucra las prácticas de manejo de los terneros. El ternero de leche es separado de la madre dentro de las primeras 24 horas de nacido, mientras que los terneros de carne permanecen con las madres de 6 a 7 meses. Consecuentemente, la exposición de los terneros de carne al estiércol de animales adultos es mucho mayor en las explotaciones de carne que en las explotaciones de leche.

El presente estudio tuvo limitaciones asociadas con las dificultades para confirmar el diagnóstico serológico por medio de una prueba directa (cultivo, PCR) debido a las limitaciones logísticas para la conservación y transporte de muestras fecales desde la granja al laboratorio y con la ausencia de estimaciones de sensibilidad y especificidad en poblaciones comparables para poder estimar adecuadamente la prevalencia verdadera.

Conclusión

Los resultados de seroprevalencia (33,8%) y el factor asociado al resultado de ELISA (raza, $p=0,033$) coinciden con reportes de estudios comparables y con lo conocido de la enfermedad en ganado de carne. Igualmente, los resultados revelan la presencia de la enfermedad en este tipo de producción en el país, por lo que se requieren estudios adicionales para determinar la magnitud y distribución de la enfermedad en las granjas de ganado de carne del país.

Agradecimientos: Departamento de Formación Académica de Haciendas y Unidad de Diagnóstico de la Facultad de Ciencias Agrarias, UdeA; Semillero de investigación Colciencias (Convocatoria 617 de 2013); Estrategia de Sostenibilidad CODI 2013-2014 de la UdeA.

Referencias

- BHATTARAI, B.; FOSGATE, G.T.; OSTERSTOCK, J.B.; FOSSLER, C.P.; PARK, S.C.; ROUSSEL, A.J. 2013a Comparison of calf weaning weight and associated economic variables between beef cows with and without serum antibodies against or isolation from feces of *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis*. J Am Vet Med Assoc. 243 (11):1609-15.
- BHATTARAI, B.; FOSGATE G.T.; OSTERSTOCK, J.B.; FOSSLER, C.P.; PARK, S.C.; ROUSSEL, A.J. 2013b Perceptions of veterinarians in bovine practice and producers with beef cow-calf operations enrolled in the US Voluntary Bovine Johne's Disease Control Program concerning economic losses associated with Johne's disease. Prev Vet Med. 112 (3-4):330-7.
- CLARKE, C.J. 1997. The pathology and pathogenesis of paratuberculosis in ruminants and others species. J. Comp. Path. 116:217-261.
- COMMITTEE ON DIAGNOSIS AND CONTROL OF JOHNE'S DISEASE. 2003. National Research Council of the National Academy of Sciences. *Diagnosis and Control of Johne's Disease*. Washington (DC). National Academies Press (US).

- CORREA-VALENCIA, N.; RAMÍREZ, N.; OLIVERA, M.; FERNÁNDEZ-SILVA, J. Sometido. Milk yield and lactation stage are associated with positive results to ELISA for *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in dairy cows from Northern Antioquia, Colombia (sometido 17.11.2015)
- DE WAARD, J. 2010. ¿Ordeñando micobacterias del ganado? Impacto económico y en salud de Tuberculosis bovina y Paratuberculosis en Colombia. Rev.MVZ Córdoba 15 (2):2037-2040.
- DOHOO, I.; MARTIN W.; STRYHN, H. 2010. Introduction to observational studies. Págs. 151-166. En: DOHOO, I.; MARTIN W.; STRYHN, H. *Veterinary Research Epidemiology*. 2nd edition. VER Inc. Charlottetown, PE Canada.
- ELZO, M.A.; RAE, D.O.; LANHART, S.E.; WASDIN, J.G.; DIXON, W.P.; JONES. J.L. 2006. Factors associated with ELISA scores for paratuberculosis in an Angus-Brahman multibreed herd of beef cattle. J. Anim. Sci. 84:41-48.
- FERNÁNDEZ-SILVA, J.; ABDULMAWJOOD, A.; AKINEDEN, O.; BÜLTE, M. 2011. Serological and molecular detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in cattle of dairy herds in Colombia. Trop Anim Health Prod. DOI 10.1007/s11250-011-9833-1.
- FERNÁNDEZ-SILVA, J.; ABDULMAWJOOD, A.; BULTE, M. 2011. Diagnosis and Molecular Characterization of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* from Dairy Cows in Colombia. *Veterinary Medicine International*, Volume 2011, Article ID 352561, doi:10.4061/2011/352561.
- FERNÁNDEZ-SILVA, J.; CORREA-VALENCIA, N.; RAMÍREZ-VÁSQUEZ, N. 2014. Systematic review of the prevalence of paratuberculosis in cattle, sheep, and goats in Latin America and the Caribbean. Trop Anim Health Prod 46 (8):1321-1340.
- FRY, M.P.; KRUIZE, J.; COLLINS, M.T. 2008. Evaluation of four commercial enzyme-linked immunosorbent assays for the diagnosis of bovine paratuberculosis in Chilean dairy herds. J Vet Diagn Invest. (3):329-32.
- HILL, B.; WEST, M.; BROCK, K. 2003. An estimated prevalence of Johne's disease in a subpopulation of Alabama beef cattle. J Vet Diagn Invest. (1):21-5.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 3714 (octubre 20) de 2015, por la cual se establecen las enfermedades de declaración obligatoria en Colombia. Colombia.
- KÖHLER, H.; BURKERT, B.; PAVLIK, I.; DILLER, R.; GEUE, L.; CONRATHS, F.J.; MARTIN, G. 2008. Evaluation of five ELISA test kits for the measurement of antibodies against *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in bovine serum. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 121 (5-6):203-10.
- MANNING, E.; COLLINS, M. 2001. *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis*: pathogen, pathogenesis and diagnosis. Review of Scientific Technology 20:133-150.
- MERKEL, R.; WHIPPLE, D.; SACKS, J.; SNYDER, G. 1987. Prevalence of *Mycobacterium paratuberculosis* in ileocecal lymph nodes of cattle culled in United States. J Am Vet Med Assoc. 190 (6):676-80.
- MOREIRA, A.R.; SPATH, E.J.; MORSELLA, C. 1994. *Seroprevalence of Johne's disease in eleven districts of Buenos Aires, Argentina*. Abstracts from Oral and Poster presentations at the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis, Cambridge, United Kingdom, July 17-21, 1994, International Association for Paratuberculosis, Inc.p. 10.

- NIELSEN, S.S.; TOFT, N. 2008. Ante-mortem diagnosis of paratuberculosis: a review of accuracies of ELISA, interferon-gamma assay and faecal culture techniques, *Vet Microbiol* 129:217–235.
- NIELSEN, S.S.; TOFT, N. 2009. A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. *Prev Vet Med.* 88:1–14.
- NORBY, B.; FOSGATE, G.T.; MANNING, E.J.; COLLINS, M.T.; ROUSSEL, A.J. 2007. Environmental mycobacteria in soil and water on beef ranches: association between presence of cultivable mycobacteria and soil and water physicochemical characteristics. *Vet Microbiol.* 124 (1-2):153-9.)
- PAOLICCHI, F.; ZUMARRAGA, M.; GIOFFRE, A.; ZAMORANO, P.; MORSELLA, C.; VERNA, A.; CATALDI, A.; ALITO A.; ROMANO, M. 2003. Application of different methods for the diagnosis of *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis* in a dairy cattle herd in Argentine. *Journal of Veterinary Medicine Series "B"* 50:20-26.
- PENCE, M.; BALDWIN, C.; BLACK, C.J. 2003. The seroprevalence of Johne's disease in Georgia beef and dairy cull cattle. *Vet Diagn Invest.* 15:475–477.
- RAMÍREZ, N.; GAVIRIA, G.; RESTREPO, L. 2001 (no publicado). Diagnóstico epidemiológico referente a varias patologías de bovinos en tres haciendas de la Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.
- RAMÍREZ-GARCÍA, R.; MALDONADO-ESTRADA, J. 2013. Detection of macrophages infected with *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in a cow with clinical stage IV of Johne's disease. A case report. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 26:219-225.
- RAMÍREZ, N.; RODRÍGUEZ, B.; FERNÁNDEZ J. 2011. Diagnóstico clínico e histopatológico de paratuberculosis bovina en un hato lechero en Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 16 (3):2742-2753.
- ROUSSEL, A.J. 2011. Control of paratuberculosis in Beef Cattle. *Vet Clin Food Anim.* 27:593–598
- ROUSSEL, A.; FOSGATE, G.; MANNING, E.; COLLINS, M. 2007. Association of fecal shedding of mycobacteria with high ELISA-determined seroprevalence for paratuberculosis in beef herds. *JAVMA* 230 (6):1-2.
- ROUSSEL, A.J.; LIBAL, M.C.; WHITLOCK, R.L.; HAIRGROVE, T.B.; BARLING, K. S.; THOMPSON, J.A. 2005. Prevalence of and risk factors for paratuberculosis in purebred beef cattle. *JAVMA.* 226 (5):773–778.
- SCOTT, H.M.; SORENSEN, O.; WU, J.; CHOW, E.; MANNINEN, K. 2007. Seroprevalence of and agroecological risk factors for *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* and *Neospora caninum* infection among adult beef cattle in cow-calf herds in Alberta, Canada. *Can Vet J.* 48:397–406.
- SILVA, E.; BANDEIRA, D.A. 2005. *Diagnóstico da Paratuberculose em Bovinos de Corte do Estado do Pará-Brasil.* Dissertação Mestre em Ciência Animal. Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém,.
- SUN, W.; LV, W.; CONG, W.; MENG, Q.; WANG, CH.; SHAN, X.; QIAN, A. 2015. *Mycobacterium avium* Subspecies *paratuberculosis* and Bovine Leukemia Virus Seroprevalence and Associated Risk Factors in Commercial Dairy and Beef Cattle in Northern and Northeastern China. *BioMed Research International.* 2015:ID 315173.

TUBERQUIA, B.; URIBE, F.; MEDRANO, M.; RAMÍREZ, N.; FERNÁNDEZ SILVA, J. 2015 Seroprevalencia de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* y exploración de factores asociados en una población bovina del municipio de Gómez Plata, Antioquia. Rev Colomb Cienc Pecu. 28:104

TURNQUIST, S.; SNIDER III, T.; KREEGER, J.; MILLER, J.; HAGSTAD, H.; OLCOTT, B. 1991. Serologic evidence of paratuberculosis in Louisiana beef cattle herds as detected by ELISA. Preventive Veterinary Medicine 11 (2):125-130.

VAN HULZEN, K.J.; NIELEN, M.; KOETS, A.P.; DE JONG, G.; VAN ARENDONK, J.A.; HEUVEN, H.C. 2011 Effect of herd prevalence on heritability estimates of antibody response to *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*. J Dairy Sci. 2:992-997.

VIR SINGH, S.; DHAMA, K.; CHAUBEY, K.K.; KUMAR, N.; SINGH, P.K.; SOHAL, J.S.; GUPTA, S.; VIR, SINGH-A.; VERMA, A.K.; TIWARI, R.; MAHIMA, CHAKRABORTY, S.; DEB, R. 2013. Impact of host genetics on susceptibility and resistance to *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* infection in domestic ruminants. Pak J Biol Sci. 16 (6):251-66.

WALDNER, CH.; CUNNINGHAM, G.; JANZEN, E.; CAMPBELL, J. 2002. Survey of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* serological status in beef herds on community pastures in Saskatchewan. Can Vet J. 43:542-546.

ZAPATA, M.; ARROYAVE, O.; RAMÍREZ, R.; RODAS, J. 2010. MALDONADO, J. Identification of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* by PCR techniques and establishment of control programs for bovine paratuberculosis in dairy herds. Rev Colomb Cienc Pecu. 23:17-27.

Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia

Comparative study of compositional and nutritional parameters in cow, goat and buffalo milk, Antioquia, Colombia

OCAMPO G. RICARDO^{1*} M.Sc, GOMEZ A. CATERINE¹ MVZ,
RESTREPO V. DIEGO¹ MVZ, CARDONA C. HENRY¹ Ph.D.

¹Universidad de Antioquia, Grupo de Investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal, GaMMA, Medellín, Colombia.

Keywords:

Minerals,
fatty acid profile,
Ruminants,
Health.

Abstract

Milk is a fluid secreted by females of all species of mammals, which is used mainly to supply the nutritional needs of the newborn calf. It is an important source of carbohydrates, lipids, proteins, vitamins and minerals. Throughout history many countries have characterized the composition and nutritional quality of many mammals species milk, especially those that have been domesticated. However in Colombia there is insufficient information with respect to milk produced by different species to the cow. The aim of this study was to determine the composition and evaluate the nutritional quality of cow, goat and buffalo milk. Buffalo milk showed higher values in for parameters such as protein (4,07%), fat (7,23%), lactose (5,06%), total solids (16,81%) and solids non-fat (9,91%) than goat and cow milk, making it an excellent alternative for the production and processing of milk products. On the other hand goat milk had the highest content of polyunsaturated fat (0.1298 g/100g) compared to cow milk and buffalo milk, which makes it more digestible and healthy for human consumption. All this led to the conclusion that each of these milk types has particular characteristics that make them more or less digestible and suitable for the manufacture of dairy products, which determines the advantages and disadvantages of each of the species.

Palabras Clave:

Minerales,
perfil de ácidos grasos,
rumiantes,
salud.

Resumen

La leche es un líquido secretado por las hembras de todas las especies de mamíferos, la cual es utilizada principalmente para satisfacer las necesidades nutricionales de la cría recién nacida. Es una fuente importante de carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. A lo largo de la historia en varios países se ha caracterizado la composición y calidad nutricional de la leche de numerosas especies de mamíferos, especialmente las que han sido domesticadas. Sin embargo en Colombia no hay suficiente información en lo que respecta a leches producidas por especies no vacunas. El objetivo del presente estudio fue determinar la composición y evaluar la calidad nutricional de las leches de vaca, cabra y búfalo. La leche de búfala presentó valores más altos para parámetros tales como la proteína (4,07%), grasa (7,23%), lactosa (5,06%), sólidos totales (16,81%) y sólidos no grasos (9,91%) que las leches de cabra y vaca, lo cual la convierte en una excelente alternativa para la producción y transformación de productos. De otro lado la leche de cabra presentó el mayor contenido de grasa poliinsaturada (0,1298 g/100g) comparadas con las leches de vaca y búfala, lo que la hace más digestible y saludable para el consumo humano. Todo lo anterior llevó a la conclusión de que cada uno de estos tipos de leche tiene características particulares que las hacen más o menos digestibles y adecuadas para la fabricación de productos lácteos, lo cual determina las ventajas y desventajas de cada una de las especies.

INFORMACIÓN

Recibido: 01-09-2015;
Aceptado: 18-03-2016.
Correspondencia autor:
ricardo.ocampo23@gmail.com

Introducción

Dentro de la producción de alimentos de origen animal, la leche, es sin duda, la que presenta un volumen de producción y consumo más elevado, seguida de la carne y posteriormente de los huevos, debido en gran parte a que es una importante fuente de todos los nutrientes básicos requeridos por los mamíferos (incluyendo a los seres humanos) (KANWAL *et al.*, 2004).

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamaria de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría. Se trata de un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica (pH) aproximadamente neutro (BALLARD y MORROW, 2013). La función natural de la leche es la de ser el alimento exclusivo de los mamíferos jóvenes durante el periodo crítico de su existencia tras el nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser sustituida por otros alimentos (CASHMAN, 2006).

Respecto a su composición, las diferentes especies de mamíferos producen leches que, en términos generales, tienen composición semejante pero pueden presentar diferencias importantes en su composición porcentual y tener como consecuencia, propiedades muy diferentes entre ellas (mayor o menor digestibilidad, mayores porcentajes de rendimiento en la elaboración de productos lácteos, etc.) (KANWAL *et al.*, 2004).

Dentro de las especies las diferencias en la composición pueden estar influenciadas por varios factores tales como la raza, genética, alimentación y el medio ambiente que se le brinde al animal (MESTAWET *et al.*, 2012). Es por esto que en varios países del mundo se han realizado numerosos estudios para establecer y evaluar la composición y calidad nutricional de la leche de sus animales en varias presentaciones; cruda, en polvo, etc. (ADLER *et al.*, 2013; DIAN-BO ZHAO *et al.*, 2015; PETIT, 2015; BARRUCAND y RAYNAL-LJUTOVAC, 2007; COUVREUR, 2006; MESTAWET *et al.*, 2012).

La cadena de lácteos en el mundo ha tenido como fuente primaria principal la leche de algunos mamíferos pertenecientes a las especies bovina (vacunos y búfalos), caprina, ovina, etc. (FERNÁNDEZ *et al.*, 2008). Sin embargo a escala mundial, la leche de vaca es la que posee mayores niveles de producción y consumo sobre

las demás, y es así como según un estimado realizado por la FAO (2013), de los 769 millones de toneladas de leche producidas en el mundo para el año 2013, el 83% corresponde a leche vacuna, seguida de la leche de búfala (12,9%), de cabra (2,3%) y de oveja (1,3%).

Aunque la producción la leche de ganado vacuno supera ampliamente a las demás, los productos lácteos de los ganados bubalino y caprino pueden representar una alternativa rentable a los productores debido a sus características composicionales y nutricionales específicas, que las hacen aptas para la manufacturación de productos elaborados de muy alta calidad como los quesos y yogures gourmet (BALLARD y MORROW, 2013).

Sin embargo debido al desconocimiento generalizado de estas especies, los consumidores están solicitando información acerca de la calidad higiénica, composición y propiedades nutricionales de estos productos elaborados a partir de leche no vacuna para su aceptación y consumo, información que muchas veces es insuficiente o simplemente no está disponible para algunos países.

Aunque existen algunas publicaciones importantes sobre la composición y calidad nutricional de las leches de búfala y cabra en otros países (LEITNER *et al.*, 2015; KONDYLI *et al.*, 2012; VIEITEZ *et al.*, 2016; ZOTOS *et al.*, 2014; MESTAWET *et al.*, 2012; REHMAN y SALARIA, 2005), es de resaltar que en Colombia no hay información relativa a moléculas específicas con propiedades nutricionales, como por ejemplo ácidos grasos y sus variantes, colesterol, vitaminas y minerales en general.

Si bien en el país hay un gran potencial para trabajar en la producción de leches de cabra y búfala, es necesario empezar a realizar estudios de este tipo y teniendo un mayor conocimiento de las propiedades nutricionales y composicionales de las leches de estas especies no vacunas se podrá fomentar cada día más su producción y consumo dentro de la población colombiana.

El objetivo de este estudio fue caracterizar y evaluar la calidad nutricional y composicional de la leche de vaca, cabra y búfalo en el departamento de Antioquia.

Materiales y métodos

Se colectaron seis muestras de leche (200 ml cada una) en cuatro municipios del departamento de Antioquia; dos muestras de leche de vaca en el municipio de San Pedro de los Milagros, dos muestras de leche de búfala en el municipio de Cauca y dos muestras de leche de cabra en los municipios de Copacabana y la Ceja.

Cada una de las muestras fue tomada del tanque de enfriamiento, el cual fue previamente mezclado durante cinco minutos aproximadamente para homogenizar y así tomar la muestra. Todas las muestras de leche fueron tomadas en recipientes estériles y posterior a la toma cada una fue rotulada, refrigerada y transportada al laboratorio en el menor tiempo posible para garantizar la integridad de la muestra. En el laboratorio, para determinar la calidad nutricional y composicional de cada una de las muestras, varios análisis fueron realizados.

En el Laboratorio de Calidad e Inocuidad de la Leche ubicado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia se evaluó el contenido de lactosa, proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, nitrógeno ureico en leche por el método de infrarrojo utilizando el equipo MILKOSCAN™FT+.

En el Laboratorio de Alimentación y Nutrición Humana de la Universidad de Antioquia se determinaron la concentración de ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados. Los lípidos de cada una de las muestras de leche fueron extraídos utilizando cloroformo metanol, según el método descrito por GUTIÉRREZ, RATTI y BELKACEMI (2008), con algunas modificaciones. Los ácidos grasos fueron analizados utilizando un cromatógrafo

de gases Agilent 7890A (Agilent, Santa Clara, CA, USA), equipado con un detector de ionización de llama (FID). Las condiciones de análisis fueron las siguientes: Helio (2,0 mL/min) fue utilizado como gas de arrastre; las temperaturas del inyector y detector se fijaron en 250°C; la temperatura del horno fue inicialmente 60°C (1 min) y luego se incrementó a 190°C a razón de 20°C/min, manteniéndose a esta última temperatura durante 12,5 min (GUTIERREZ *et al.*, 2010). Las muestras fueron inyectadas en una columna capilar BPX-70 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm; SGE, Melbourne, Australia) utilizando un split de 1:20. Los ácidos grasos fueron identificados por comparación de los tiempos de retención de los picos obtenidos con los de estándares certificados (FAME MIX C4-C24, CLA FAME, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA). Los picos fueron integrados utilizando un software de captura de datos (Agilent ChemStation, versión B.04.01), y la cuantificación de los ácidos grasos se realizó por medio de calibración por estándar externo (GUTIERREZ *et al.*, 2010).

En el Laboratorio Instrumental de la Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín) se midió la concentración de los minerales calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg) y potasio (K) en cada una de las muestras. Para la cuantificación de Ca, Mg y K se utilizó espectrofotometría de absorción atómica (Basado en la Norma Técnica Colombiana 5151) y para P se utilizó espectrofotometría ultravioleta visible (Basado en Norma Técnica Colombiana 4981).

Resultados

El análisis de composicional de cada una de las leches de las especies analizadas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis composicional de cada una de las muestras.

Especie	Muestra	% lactosa	% grasa	% proteína	% ST	% SNG	MUN (mg/dl)
Vaca	1	4,49	3,42	2,95	11,71	8,22	17,4
	2	4,5	3,77	3,09	12,15	8,37	18,8
	Promedio	4,50 ± 0,01	3,60 ± 0,25	3,02 ± 0,1	11,93 ± 0,31	8,30 ± 0,11	18,10 ± 0,99
Cabra	3	4,21	4,22	3,21	12,66	8,2	32,4
	4	4,19	4,65	2,8	12,52	7,77	24,3
	Promedio	4,20 ± 0,01	4,44 ± 0,30	3,01 ± 0,29	12,59 ± 0,10	7,99 ± 0,30	28,35 ± 5,73
Búfala	5	5,07	7,49	4,22	17,18	10,07	21,1
	6	5,05	6,98	3,93	16,45	9,76	16,9
	Promedio	5,06 ± 0,01	7,24 ± 0,36	4,08 ± 0,21	16,82 ± 0,52	9,92 ± 0,22	19 ± 2,97

ST: Sólidos Totales; SNG: Sólidos No Grasos; MUN: Nitrógeno Ureico en Leche

En términos generales, se puede observar que cuando se comparan la composición porcentual de lactosa, grasa, proteína, ST y SNG entre las muestras de leche de la misma especie no se observa diferencias notables entre las fincas muestreadas. Sin embargo, respecto a la concentración de nitrógeno ureico en leche (MUN), se puede observar que hay diferencia entre las mismas muestras de leche de cabra y búfala.

Cuando se comparó la composición porcentual entre las muestras de leche de las distintas especies, se puede observar que la leche de búfala posee una mayor concentración de lactosa, grasa, proteína, ST y SNG que la leche de vaca y cabra. Sin embargo la leche de cabra posee valores más altos de MUN cuando se compara con los otros tipos de leche.

Respecto a la composición y contenido de ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados en cada una de las muestras de leche analizadas, varias medidas se resumen en la Tabla 2.

De acuerdo a la Tabla 2, se puede observar que la leche de vaca posee un bajo contenido de ácidos grasos de cadena corta y media. En contraste la leche de cabra posee altos contenidos de estos tipos de ácidos, además de que también presenta altos contenidos de ácidos como el caprílico, capríco y laurico. De otro lado, la leche de búfala es la que posee mayores contenidos de ácidos grasos de cadena larga como el palmítico, esteárico entre otros, y en consecuencia, la leche de búfala es la que posee mayor contenido de grasa saturada, seguida por la de cabra y la de vaca, respectivamente.

Tabla 2. Análisis de ácidos grasos (g/100g).

Ácido graso	VACA			CABRA			BÚFALA		
	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Muestra 1	Muestra 2	Promedio
C4:0 ac. Butírico	0,066	0,063	0,064 ± 0,00	0,053	0,070	0,061 ± 0,01	0,131	0,122	0,127 ± 0,01
C6:0 ac. Caproico	0,041	0,039	0,040 ± 0,00	0,061	0,056	0,059 ± 0,00	0,064	0,056	0,060 ± 0,01
C8:0 ac. Caprílico	0,025	0,024	0,025 ± 0,00	0,079	0,055	0,067 ± 0,02	0,032	0,026	0,029 ± 0,00
C10:0 ac. Capríco	0,063	0,060	0,061 ± 0,00	0,315	0,183	0,249 ± 0,09	0,103	0,067	0,085 ± 0,03
C12:0 ac. Laurico	0,075	0,082	0,078 ± 0,00	0,180	0,080	0,130 ± 0,07	0,104	0,087	0,095 ± 0,01
C13:0 ac. Tridecanoico	0,003	0,003	0,003 ± 0,00	0,004	0,002	0,003 ± 0,00	0,006	0,006	0,006 ± 0,00
C14:0 ac. Mirístico	0,329	0,348	0,338 ± 0,01	0,413	0,267	0,340 ± 0,10	0,639	0,579	0,609 ± 0,04
C15:0 ac. Pentadecanoico	0,040	0,047	0,044 ± 0,00	0,036	0,027	0,032 ± 0,01	0,110	0,101	0,106 ± 0,01
C16:0 ac. Palmítico	0,906	1,057	0,981 ± 0,11	1,120	1,126	1,123 ± 0,00	2,211	2,104	2,158 ± 0,08
C17:0 ac. Heptadecanoico	0,025	0,031	0,028 ± 0,00	0,019	0,024	0,021 ± 0,00	0,096	0,092	0,094 ± 0,00
C18:0 ac. Estearico	0,549	0,617	0,583 ± 0,05	0,432	0,969	0,700 ± 0,38	1,238	1,135	1,187 ± 0,07
C20:0 ac. Araquidico	0,007	0,008	0,008 ± 0,00	0,011	0,016	0,013 ± 0,00	0,020	0,018	0,019 ± 0,00
C22:0 ac. Behenico	0,003	0,003	0,003 ± 0,00	0,002	0,004	0,003 ± 0,00	0,009	0,009	0,009 ± 0,00
C23:0 ac. Tricosanoico	ND	0,003	0,003	ND	ND	0	0,008	0,008	0,008 ± 0,00
C24:0 ac. Lignocerico	ND	0,002	0,002	ND	ND	0	0,009	0,009	0,009 ± 0,00
TOTAL GRASA SATURADA	2,131	2,384	2,257 ± 0,18	2,724	2,879	2,802 ± 0,11	4,781	4,418	4,600 ± 0,26
C14:1 ac. Mirístico	0,022	0,027	0,025 ± 0,00	0,007	0,002	0,004 ± 0,00	0,040	0,035	0,037 ± 0,00
C16:1 ac. Palmítoleico	0,035	0,051	0,043 ± 0,01	0,030	0,024	0,027 ± 0,00	0,126	0,125	0,125 ± 0,00
C18:1n9c ac. Oleico	0,859	1,051	0,955 ± 0,14	0,849	1,239	1,044 ± 0,28	1,864	1,896	1,880 ± 0,02
C20:1n9 ac. Cis-11-eicosenoico	ND	ND	0,000	0,003	0,004	0,003 ± 0,00	ND	ND	0
TOTAL GRASA MONOINSATURADA	0,916	1,129	1,022 ± 0,15	0,856	1,269	1,063 ± 0,29	2,030	2,056	2,043 ± 0,02
C18:2n6c ac. Linoleico	0,056	0,035	0,046 ± 0,01	0,106	0,123	0,114 ± 0,01	0,038	0,041	0,040 ± 0,00
C18:3n3 ac. Linolenico	0,010	0,013	0,012 ± 0,00	0,005	0,009	0,007 ± 0,00	0,027	0,028	0,027 ± 0,00
C20:3n6 ac. Cis-8,11,14-eicosatrienoico	0,002	ND	0,002	ND	ND	0	ND	ND	0
C20:4n6 ac. Araquidónico	0,004	0,003	0,003 ± 0,00	0,007	0,010	0,009 ± 0,00	ND	ND	0
TOTAL GRASA POLIINSATURADA	0,072	0,052	0,062 ± 0,01	0,118	0,142	0,130 ± 0,02	0,065	0,069	0,067 ± 0,00
GRASA TOTAL	3,281	3,747	3,514 ± 0,33	3,934	4,510	4,222 ± 0,41	7,226	6,874	7,050 ± 0,25

ND= No detectado

Respecto a la grasa monoinsaturada, nuevamente la leche de búfala es la que posee mayor cantidad, seguido por la leche de cabra y vaca. Hay que resaltar que en la leche de cabra fue la única en la que se detectó el ácido graso Cis-11-eicosenoico.

En cuanto al contenido de grasa poliinsaturada, la leche de cabra es la que posee la mayor cantidad, seguida por la leche de búfala y la de vaca. Sin embargo la leche de vaca es la que posee mayor contenido de ácido araquidónico además que fue la única especie en la que se detectó el ácido eicosatrienoico.

En el análisis del contenido de los minerales Ca, P, K y Mg en cada una de las muestras analizadas se puede observar que entre las muestras de leche correspondientes a la misma especie se observan algunas diferencias en cuanto al contenido del mineral analizado. Cuando se compara el contenido de minerales en las leches de las diferentes especies, se puede observar que la leche de búfala posee mayores contenidos de Ca, P y Mg que las leches de cabra y vaca (Tabla 3). De otro lado, el K se presenta en mayor cantidad en la leche vaca, seguido de cerca por la leche de cabra y en menor contenido en la leche de búfala.

Discusión

La leche de vaca es la materia prima más universal para el procesamiento de una amplia gama de productos manufacturados utilizados en la alimentación humana dado el alto contenido de grasa y proteínas. Por lo tanto un conocimiento detallado de la composición y nutrientes de leches no convencionales como las de cabra y búfala podría ser de gran importancia en la nutrición

humana. En la presente investigación se realizó una aproximación al comparar la composición de las leches de vaca, cabra y búfala.

En cuanto a su composición se encontró que la leche de búfala presenta mayor porcentaje de grasa, proteína, ST, SNG y lactosa que las leches de cabra y vaca. Estos resultados coinciden con lo reportado por FERNÁNDEZ *et al.*, 2008., quien encontró que la leche de búfala presenta características muy propias que permiten su identificación desde el punto de vista físico-químico, ya que presenta menos agua y más materia seca que la leche de cabra y vaca. Además, los valores de grasa y proteína superan considerablemente a las otras dos especies, lo cual permite apuntar esta especie como una alternativa promisoriosa en la transformación de varios productos lácteos por su rendimiento en conversión (FERNÁNDEZ *et al.*, 2008).

Respecto al contenido de lactosa se observó que la leche de cabra posee menor contenido comparadas con las leches de vaca y búfala, respectivamente. Dicho resultado concuerda con el estudio reportado por CHACÓN y VILLALOBOS (2005), quienes concluyeron que el contenido de lactosa en la leche de cabra es bajo en comparación con la leche de otras especies animales (aproximadamente de 1% a 13% menos que la de vaca y hasta 41% menos que la humana), lo cual implica que esta leche está asociada a menos problemas de tolerancia a la lactosa (CHACÓN y VILLALOBOS, 2005). De otro lado, hay que resaltar que aunque para las leches de vacas y cabra los valores de grasa y proteína tienden a ser semejantes, se presenta una diferencia en el tamaño de los glóbulos grasos, lo

Tabla 3. Contenidos de Calcio, Fosforo, Potasio y Magnesio en las muestras.

Especie	Muestra	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Vaca	1	800	581,5	1272,5	46,3
	2	729,8	510	1041,6	33
	Promedio	764,9 ± 49,64	545,75 ± 50,56	1157,05 ± 163,27	39,65 ± 9,40
Cabra	3	571,2	581,7	1134,2	42,7
	4	647	539,9	1151,1	47
	Promedio	609,1 ± 53,60	560,8 ± 29,56	1142,65 ± 11,95	44,85 ± 3,04
Búfala	5	1350,8	597,8	493,3	65,9
	6	982,5	672,5	671,4	66,3
	Promedio	1166,65 ± 260,43	635,15 ± 52,82	582,35 ± 125,94	66,1 ± 0,28

cual hace que la leche de cabra sea más digestible (FERNÁNDEZ *et al.*, 2008; CALVACHE y NAVAS, 2012).

Para el nitrógeno ureico en leche (MUN) se encontraron valores similares entre la leche de búfala y vaca, mientras que la leche de cabra presenta valores muy superiores a las dos anteriores. De acuerdo al estudio realizado por ACOSTA *et al.*, 2005, se pudo observar que para los valores de MUN obtenidos en nuestro estudio la concentración de nitrógeno está muy por encima de los niveles aceptables para este parámetro, el cual oscila entre 9-19 mg/dl de leche. Se puede deducir que en las muestras de leche de cabra analizadas hay excesos de nitrógeno, lo cual podría tener algunos efectos adversos en los procesos de industrialización de los productos lácteos. Lo anterior ha llevado a que una serie de países como Alemania, Suecia, Canadá, USA, entre otros, incorporen su determinación dentro de los análisis rutinarios del control lechero (ACOSTA *et al.*, 2005).

Además, la síntesis de urea en los rumiantes para degradar el exceso de proteína y excretarlo les resta energía para otras funciones como la producción de más leche. De otro lado, los altos niveles de urea en sangre reducen la eficacia del sistema inmunitario del animal, haciéndolo más susceptible a contraer enfermedades (HESS *et al.*, 2011).

Respecto al análisis de ácidos grasos, hay que tener en cuenta que la dieta del animal se refleja en la calidad de su leche. Las variaciones más claras, se dan para el caso de la grasa, que en varias especies de mamíferos suele ser el parámetro más variable de la leche, lo cual implica que la composición puede ser mejorada o empeorada teniendo cuenta la relación ácidos grasos saturados e insaturados en la dieta del animal (ANGULO *et al.*, 2009).

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se puede observar que la leche de cabra es más digestible que la leche de búfala y vaca, ya que presenta mayor cantidad de ácidos grasos de cadena corta y media. Estos ácidos grasos de cadena media (capríco, caproico y caprílico), presentes en mayor cantidad en la leche de cabra, poseen propiedades diferentes a los de cadena

larga cuando son metabolizados por el ser humano, especialmente los ácidos caprílico y cáprico, ya que estos ácidos tienen tendencia a proporcionar energía y no a contribuir a la formación de tejido adiposo, además tienen habilidad para limitar y disolver los depósitos de colesterol sérico, lo que se relaciona con una disminución en la incidencia de casos de enfermedades coronarias, fibrosis quística y cálculos biliares (PARK *et al.*, 2007).

De otro lado los ácidos grasos de cadena corta intervienen en el control del peso corporal a través de tres mecanismos principales: estimular la oxidación, disminuir la lipogénesis en tejido adiposo y favorecer la formación de cuerpos cetónicos (KONDYLI *et al.*, 2012), lo cual favorece su consumo.

Adicional a lo anterior, la grasa de la leche caprina no contiene aglutinina, proteína cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. Por lo tanto, los glóbulos grasos, al estar dispersos, son metabolizados fácilmente por las enzimas digestivas, lo cual favorece a su digestión (KONDYLI *et al.*, 2012).

También se pudo observar que la leche de búfala presenta mayor cantidad de ácido palmítico y esteárico comparado con las leches de cabra y vaca respectivamente, lo cual coincide con lo reportado por VERRUMA y SALGADO (2004). Dichos resultados son una ventaja para la salud, dado que los ácidos palmítico y esteárico son considerados ácidos grasos neutros y por lo tanto no afectan los niveles de colesterol en los humanos (SÁYAGO *et al.*, 2008).

Respecto al contenido de minerales, los valores de calcio encontrados en leche de búfala coinciden con lo reportado en el estudio realizado por VERRUMA y SALGADO en el 2004, los cuales reportan que el porcentaje de Ca en la leche de búfala es mayor que en la de vaca y de cabra (PATIÑO, 2011). El contenido elevado de Ca en la leche de búfala, le da un valor agregado sobre todo desde el punto de vista nutricional y tecnológico en la elaboración y transformación de productos lácteos (VERRUMA y SALGADO, 2004).

Además el Ca es uno de los minerales más importantes para el cuerpo humano, ya que ayuda a formar y mantener los dientes y huesos sanos. El Ca también interviene en varias funciones del cuerpo como la coagulación de la sangre, envío y recepción de señales a través del cuerpo, contracción y relajación de músculos, secreción de hormonas y mantenimiento de un ritmo cardiaco normal (BALLARD y MORROW, 2013).

Para el contenido de P se observa que las leches de las 3 especies analizadas poseen altos contenidos del mineral comparados con la leche humana (150 mg/Kg); sin embargo la leche búfala posee mayor cantidad del mineral que las leches de cabra y vaca respectivamente, lo cual es de resaltar ya que el P es importante en la nutrición humana porque contribuye junto con las proteínas a la alta capacidad buffer del sistema digestivo (RICHARDSON, 2004), lo cual ayuda en el tratamiento de úlceras gástricas, especialmente cuando la constante irritación causada por la acción de los jugos gástricos provoca daños para el revestimiento del tracto digestivo (RICHARDSON, 2004).

Además, el P es un componente del ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN), que son esenciales para el crecimiento y diferenciación de las células (CASHMAN, 2006). Como componente de los fosfolípidos, contribuye a la fluidez e integridad de la membrana celular; como fosfato ayuda a mantener el equilibrio osmótico y el balance ácido-base, además de que juega un papel esencial en las funciones metabólicas del organismo incluyendo la utilización y transferencia de energía AMP, ADP y ATP. También es importante en la glucogénesis en el transporte de ácidos grasos, en la síntesis de aminoácidos y proteína y en la actividad de la bomba Na/K (CASHMAN, 2006). Cualquier limitación en el suministro de P se reflejará en un deterioro generalizado de las funciones del cuerpo. En la industria, el P es muy importante en el incremento y solubilidad de la caseína y actúa sobre la segunda fase de la acción del cuajo (FOX y MCSWEENEY, 1998).

Respecto al contenido de Mg, nuestros resultados coinciden con lo reportado por VERRUMA y SALGADO (2004) y PATIÑO *et al.*, (2011) quienes encontraron en sus estudios que la leche de

búfala posee mayor contenido de magnesio que las leches de cabra y vaca. Este macromineral es componente del sistema óseo, de la dentadura y de muchas enzimas. Participa en la transmisión de los impulsos nerviosos, en la contracción y relajación de músculos, en el transporte de oxígeno a nivel tisular y participa activamente en el metabolismo energético (LARSSON *et al.*, 2012).

Además, gran número de estudios han demostrado que el Mg puede beneficiar la presión arterial y ayudar a evitar ataques cardiacos y derrames cerebrales (DEL GOBBO *et al.*, 2013; SONG *et al.*, 2006; XU *et al.*, 2013). Es así como un análisis realizado en el año 2012 por el American Journal of Clinical Nutrition revisó un total de siete estudios que involucraban a más de 240,000 participantes. Los resultados demostraron que la ingesta del magnesio por medio de los alimentos está inversamente relacionada con el riesgo de derrame cerebral isquémico.

Finalmente, en lo que corresponde al tema de minerales, se recomienda tener en cuenta que los niveles de minerales en leche pueden variar de acuerdo con los niveles de minerales en el suelo, el alimento y el forraje que se le suministre al animal. Además, el contenido mineral también puede variar por numerosos factores como la raza, el periodo de lactación, el clima y la estación del año (PARK *et al.*, 2013). Esta puede ser la razón por la cual trabajos realizados en diferentes regiones reportan diferentes niveles de minerales.

Conclusiones

La leche de búfala presenta valores más altos para parámetros tales como la proteína, grasa, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos que las leches de cabra y vaca, lo cual la convierte en una excelente alternativa para la producción y transformación de productos lácteos debido a las cualidades específicas que posee en comparación con las demás. De otro lado la leche de cabra presenta más ácidos grasos esenciales como el linoleico, araquidónico y una proporción mayor de ácidos grasos de cadenas medias y cortas que las leches de vaca y búfala por lo cual es más digestible y saludable para el consumo humano. Respecto a la leche de vaca, a pesar de que no posee las propiedades en composición, ácidos grasos y minerales de las leches de búfala y cabra, esta leche posee niveles importantes de grasa, proteína, minerales y vitaminas importantes en

la alimentación humana, además de ser el tipo de leche más producido en el mundo, lo que le permitirá seguir siendo una buena competencia para las otras especies de animales productores de leche para el consumo humano.

Agradecimientos: Agradecemos al Comité para el Desarrollo de la Investigación CODI de la Universidad de Antioquia (Proyecto código 8714-2013-5027) y al grupo de investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal GaMMA de la Universidad de Antioquia (Sostenibilidad CODI UdeA Código 2014-2015 E01808) por la financiación del proyecto.

Referencias

- ACOSTA, Y. M.; DELUCCHI, M. I.; OLIVERA, M. 2005. Urea en leche: factores que la afectan [serial online]. Sitio Argentino de Producción Animal, 2005. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Consultado: 8-04-2015.
- ADLER, S.A.; DAHL, A.V.; JENSEN, S.K. *et al.* 2013. Fatty acid composition, fat-soluble vitamin concentrations and oxidative stability in bovine milk produced on two pastures with different botanical composition. *Livestock Science* 154:93-102.
- ANGULO, J.; MAHECHA, L.; OLIVERA, M. 2009. Síntesis, composición y modificación de la grasa de la leche bovina: un nutriente valioso para la salud humana. *Revista MVZ Córdoba* 14 (3):1856-1866.
- BALLARD, O.; MORROW, A. L. 2013. Human Milk Composition. *Pediatr Clin N Am.* 60:49-74.
- BARRUCAND, P.; RAYNAL-LJUTOVAC, K. 2007. Variation of whey protein content in goat milk and impact on cheese yield. In: 5th International Symposium on The Challenge to Sheep and Goats Milk Sectors; Alghero, Italy 2007 Abril 18–20. p. 147.
- CALVACHE-GARCÍA, I.; NAVAS- PANADERO, A. 2012. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. *Revista de ciencias animales* 5:73-85.
- CASHMAN, K. 2006. Milk minerals (including trace elements) and bone health. *International Dairy Journal* 16:1389-1398.
- CHACÓN-VILLALOBOS, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana* 16 (2):239-252.
- COUVREUR, S.; HURTAUD, C.; PEYRAUD J. L. 2006. Milk fat globule size and fatty acid composition variability in dairy cows. *Renc. Rech. Rumin* 13:301-304.
- DEL GOBBO, L.C.; IMAMURA, F.; WU, J.H. *et al.* 2013. Circulating and dietary magnesium and risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr* 98 (1):160-173.
- DIAN-BO, Z.; YAN-HONG, B.; YUAN-WEN, N. 2015. Composition and characteristics of Chinese Bactrian camel milk. *Small Ruminant Research* 127: 58-67.
- FAOSTAT, 2013. Disponible en: <http://www.faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S>. Consultado: 13-04-2015.

- FERNÁNDEZ-FARIA, G. H.; DE PAULA-VIEIRA, D. A.; DA SILVA-MACHADO, S. 2008. Comparación de la composición de leche en diferentes especies: una revisión. *Simpoets, Cefet-Go* 1:104-108.
- FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Blackie Academic & Professional. London.
- GUTIÉRREZ, L.F.; MARTÍNEZ, J.C.; BARÓN, M.R. 2010. Contenido de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) y Composición de Ácidos Grasos en Algunos Yogures Comerciales de Colombia. *Rev.Fac.Nal. Agr.Medellín* 63 (2):5685-5692.
- GUTIÉRREZ, L.F.; RATTI, C.; BELKACEMI, K. 2008. Effects of drying method on the extraction yields and quality of oils from Quebec sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seeds and pulp. *Food Chemistry* 106 (3):896-904.
- HESS, H. D.; FLOREZ, H.; LASCANO, C. E. *et al.* 2000. Fuentes de variación en la composición de la leche y niveles de úrea en sangre y leche de vacas en sistemas de doble propósito en el trópico bajo de Colombia. *Pasturas Tropicales* 21 (1):33-42.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). NTC 4981. 2001. *Alimentos para animales. Determinación del contenido de fosforo. Método espectrofotométrico*. Bogotá D.C.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). NTC 5151. 2003. *Alimento para animales. Determinación de los contenidos de calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, potasio, sodio y zinc. Método usando espectrometría de absorción atómica*. Bogotá D.C.
- KANWAL, R.; AHMED, T.; MIRZA, B. 2004. Comparative analysis of quality of milk collected from buffalo, cow, goat and sheep of Rawalpindi/Islamabad region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences* 3 (3):300-305.
- KONDYLI, E.; SVARNAS, C.; SAMELIS, J. *et al.* 2012. Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Ruminant Research* 103 (2):194-199.
- LARSSON, S.C.; ORSINI, N.; WOLK, A. 2012. Dietary magnesium intake and risk of stroke: a meta-analysis of prospective studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 95 (2):269-270.
- LEITNER, G.; LAVON, Y.; MATZRAFI, Z. *et al.* 2015. Somatic cell counts, chemical composition and coagulation properties of goat and sheep bulk tank milk. *International Dairy Journal (In Press)*.
- MESTAWET, T.A.; GIRMA, A.; DEVOLD, T.G. *et al.* 2012. Milk production, composition and variation at different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia. *Small Ruminant Research* 105:176-181.
- PARK, Y. W.; ALBENZIO, M.; SEVI, A. *et al.* 2013. Milk Quality Standards and Controls. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*:261-287.
- PARK, Y. W.; JUAREZ, M.; RAMO, M. *et al.* 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68:88-113.
- PATIÑO, E. M. 2011. Producción y calidad de leche bubalina. *Tecnología en marcha* 24 (5):25-35.

- PETIT, H.V. 2015. Milk production and composition, milk fatty acid profile, and blood composition of dairy cows fed different proportions of whole flaxseed in the first half of lactation. *Animal Feed Science and Technology* 205:23-30.
- REHMAN, Z.U.; SALARIA, A.M. 2005. Effect of storage conditions on the nutritional quality of UHT processed buffalo milk. *J. Chem. Soc. Pak* 27 (1):73-76.
- RICHARDSON, C.W. 2004. Let's learn about dairy goats and goat's milk. Oklahoma Cooperative Extensión Service. Oklahoma State University. Boletín N° 424.
- SÁYAGO-AYERDI, S. G.; VAQUERO, M. P.; SCHULTZ-MOREIRA, A. et al. 2008. Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y obesidad. *Nutrición Hospitalaria* 23 (3):191-202.
- SONG, Y.; SESSO, H.D.; MANSON, J.E. et al. 2006. Dietary magnesium intake and risk of incident hypertension among middle-aged and older US women in a 10-year follow-up study. *Am J Cardiol* 98 (12):1616-1621.
- VIEITEZ, I.; IRIGARAY, N.; CALLEJAS, V. et al. 2016. Composition of fatty acids and triglycerides in goat cheeses and study of the triglyceride composition of goat milk and cow milk blends. *Journal of Food Composition and Analysis* 48:95-101.
- VERRUMA, M. R.; SALGADO, J. M. 2004. Análisis químico de la leche de búfala en comparación a la leche de vaca. *Scientia Agricola. Piracicaba* 51 (1):131-137.
- XU, T.; SUN, Y.; XU, T. et al/2013. Magnesium intake and cardiovascular disease mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Cardiol.*167 (6):3044-3047.
- ZOTOS, A.; BAMPIDIS, V.A. 2014. Milk fat quality of Greek buffalo (*Bubalus bubalis*). *Journal of food composition and Analysis* 33 (2):181-186.

Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río sinú, Colombia

Effect of silvopastoral systems on production and milk composition under sinu river valley conditions, Colombia

BARRAGÁN HERNÁNDEZ WILSON¹ M.Sc, MAHECHA-LEDESMA LILIANA² Ph.D,
CAJAS-GIRÓN YASMIN¹ Ph.D.

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA.

Centro de Investigación Turipaná, Montería – Cereté, Córdoba, Colombia.

²Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias (GRICA) Producción Animal Sostenible. Medellín, Antioquia, Colombia

Keywords:

Forage,
meadow,
trees,
grasses,
lactation,
model Wood.

Abstract

The aim of this study was evaluated the effect of three silvopastoral models in production and compositional quality of milk, compared with a treeless prairie. Animals were used from a cross RHC with an average weight of 436 ± 64.2 kg and 56 ± 28 days in milk. The animals were subjected to a daily routine of milking in which production was recorded and samples were taken for analysis of compositional quality of milk. The results indicated no treatment effect on dry matter production ($p > 0.05$), contrary to this, the treatment effect was recorded in the percentage of PC for the grass *Panicum maximum*, indicating that with increasing tree cover increased to 12.6% PC, bought with 10% in the treatment without trees. There were no significant differences ($p > 0.05$) between treatments for Wood model parameters, and time to peak production at peak production, but appeared significant ($p < 0.05$) in milk production per ha, indicating that treatment silvopastoral including shrubs, recorded the highest milk yield ha⁻¹ day⁻¹ with a value of 12.8 l. No significant effect of treatment on milk compositional quality assessed. The results indicated that the model that includes shrubs silvopastoral resulted in increased efficiency of production capacity per unit area, which was influenced by increased forage production and higher load capacity.

Palabras Clave:

Arboles,
forraje,
gramíneas,
lactancia,
modelo de Wood,
pradera

Resumen

El presente trabajo evaluó el efecto de tres arreglos silvopastoriles conformados por pasto-Arbusto, pasto-arbóreas y pasto-arbusto-arbóreas, en la producción y calidad composicional de la leche, comparados con una pradera sin árboles. Se emplearon animales provenientes de un cruce RHC con un peso promedio de 436 ± 64.2 kg y 56 ± 28 días en lactancia. Los animales fueron sometidos a una rutina diaria de ordeño registrando la producción de leche y se tomaron muestras para análisis de calidad composicional de la misma. Los resultados no indicaron efecto del tratamiento en la producción de materia seca ($p > 0.05$), contrario a esto, se registró efecto del tratamiento en el porcentaje de PC para la gramínea *Panicum maximum*, indicando que a medida que aumenta la cobertura arbórea se incrementó la PC hasta 12.6%, comprada con 10% en el tratamiento sin árboles. No se registraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos para los parámetros de modelo de Wood, producción al pico y tiempo al pico de producción en la lactancia. Sin embargo, se presentó efecto significativo ($p < 0.05$) de la producción de leche por ha, indicando que el tratamiento silvopastoral que incluye especies arbustivas, registró la mayor producción de leche ha⁻¹ día⁻¹ con un valor de 12.8 l. No se presentaron efectos significativos del tratamiento sobre la calidad composicional de la leche. Los resultados indicaron que el arreglo silvopastoral que incluye arbustos resultó en mayor producción de leche por unidad de superficie, lo cual pudo estar influenciado por la mejor calidad de la dieta ofertada y mayor capacidad de carga.

INFORMACIÓN

Recibido: 20-02-2016;

Aceptado: 25-06-2016.

Correspondencia autor:

wbarraganh@corpoica.org.co

Introducción

La ganadería en la región Caribe representa un renglón importante en la economía regional (OBSERVATORIO DE CARIBE COLOMBIANO, 2006), aportando el 55% del volumen de leche fresca y el 60% del volumen de carne que se comercializa en el país (TATIS y BOTERO, 2005). Sin embargo, pese a la importancia de la actividad en la región, el sistema de producción doble propósito evidencia bajos indicadores productivos y reproductivos (PÉREZ *et al.*, 1998).

Estudios desarrollados por CAJAS-GIRÓN (2002) identificaron que bajo la región Caribe, la ganadería enfrenta serios limitantes para su eficiencia como lo son la disminución en la producción y calidad del forraje durante el período seco, los cuales pueden ser hasta del 50 y 70% respectivamente. Adicionalmente, la degradación de suelos y praderas ha ganado espacios en las áreas bajo uso en ganadería, con niveles de 73, 69 y 94% para los departamentos de Córdoba, Sucre y Atlántico respectivamente (CAJAS-GIRÓN *et al.*, 2010), lo cual se constituye en otro factor para la ineficiencia técnica y biológica en el sistema de producción.

Diferentes autores han documentado los efectos de los sistemas silvopastoriles en la relación suelo-planta-animal, incrementando el contenido de nutrientes en el suelo (NAIR *et al.*, 1999; SCHROTH, 2003), afectando las características bromatológicas y estructurales de las gramíneas (WILSON, 1996; WONG, 1991) y mejorando la calidad de la dieta consumida (PEZO E IBRAHIM, 1998; CAJAS-GIRÓN *et al.*, 2002; PINTO *et al.*, 2004), así como también, reduciendo el efecto del estrés calórico en los animales (BETANCOURT *et al.*, 2003; GARCÍA, 2010), por lo que se considera que este tipo de sistemas de producción puede ser un componente importante del desarrollo productivo de la ganadería bajo condiciones de trópico.

Estudios que relacionan el efecto de los sistemas silvopastoriles en la producción de leche han reportado que este tipo de sistemas de producción incrementa el volumen en litros por animal (SOUZA 2002; CAJAS-GIRON, 2002; BETANCOURT *et al.*, 2003; HERNÁNDEZ y PONCE, 2004; RONCALLO

et al., 2009), así como también, mejora la calidad composicional de la leche (HERNÁNDEZ y PONCE, 2004; RONCALLO *et al.*, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue valorar el efecto de tres arreglos silvopastoriles en la producción y composición de la leche, comparado con una pradera sin árboles bajo condiciones del Valle del Sinú.

Materiales y Métodos

Área de estudio y diseño del experimento:

La evaluación se llevó a cabo en el centro de investigación Turipaná, adscrito a la Corporación colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA), localizado en Cereté, Córdoba, Colombia (8°51' N, 75°49' W, altitud de 18 m.m.s.n.m). La zona presenta dos periodos climáticos definidos, un periodo de lluvias de mayo a noviembre y un periodo seco de diciembre a abril. La precipitación, promedia anual es de 1.380 mm, con una temperatura media anual de 28°C. Se registra una evapotranspiración potencial anual de 1.240 mm y humedad relativa de 81% (Estación climatológica CORPOICA-Turipaná). Según la clasificación de Holdrige (HOLDRIDGE *et al.*, 1971) la zona se clasifica ecológicamente como bosque seco tropical (bs-T).

En el año 1998 se establecieron cuatro tipos de sistemas silvopastoriles de diferente estructura y complejidad más una pradera sin árboles (control). Para efectos de esta investigación solamente fueron usados tres tratamientos silvopastoriles. Los tratamientos utilizados estuvieron compuestos por tres distintos estratos: pasturas, arbustos y árboles (productores de frutos). El tratamiento control (Pasto) estuvo conformado solo por pasturas (*Panicum maximum*, *Dichanthium aristatum* y *Cynodon nlemfuensis*), el primer sistema silvopastoril presentó solamente arbustos (p-Arbust), el segundo arreglo incluyó un estrato de árboles (p-Arbor) y el último arreglo silvopastoril (p-Arbust-Arbor), la combinación de pasturas, arbustos y árboles. Inicialmente las densidades utilizadas en el establecimiento fueron 625 y 159 arbustos ha⁻¹. en los arreglos silvopastoriles p-Arbust y p-Arbor, respectivamente. Para el caso del sistema silvopastoril p-Arbust-Arbor, se

utilizó un método de sustitución del 25% de la población de arbustos por árboles para obtener tres estratos, en ese orden de ideas, en este tratamiento la densidad de arbustos fue de 468 ha⁻¹, y la de árboles de 159 ha⁻¹. En el año 2004, se realizó una entresaca de especies arbóreas, disminuyendo de 159 árboles ha⁻¹ (distancia de siembra de 8x8 metros) a 39 árboles ha⁻¹. (Distancia de siembra 16 x 16 metros). Para el estrato arbustivo se utilizaron las especies *Leucaena leucocephala* y *Crecentia kujete*, y para el estrato arbóreo las especies fueron *Guazuma ulmifolia*, *Cassia grandis* y *Albizia saman* (Tabla 1). Cada tratamiento estuvo constituido de 2 hectáreas (100 metros de ancho por 200 metros de largo), para un total de 6 hectáreas efectivas para pastoreo en las tres repeticiones.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada tratamiento estuvo constituido por 2 hectáreas, generando un área efectiva de pastoreo por tratamiento de 6 hectáreas.

Animales evaluados: Se emplearon animales provenientes de un cruce Romosinuano (50%), Holstein (25%) y Cebú Comercial (25%) con un peso promedio de 436±64.2 kg y 56±28 días en lactancia.

Los animales estuvieron sometidos a una rutina diaria de ordeño mecánico iniciada a las 6 a.m. (ordeño único), regresando al potrero a las 8 a.m. Se realizó pastoreo rotacional (mediante cinta eléctrica) con 5 franjas por tratamiento y un área de pastoreo de 4000 m² por cada franja. Cada franja de pastoreo tuvo un periodo de ocupación y descanso de 2 y 28 días respectivamente.

Los terneros fueron manejados mediante amamantamiento restringido. La cría permanecía con la madre durante el ordeño para realizar el apoyo posteriormente se encuentra con la madre para tomar la leche residual. Después de este proceso, el ternero es apartado a un potrero con disponibilidad de forraje, sal y agua a voluntad, y solo se enfocó con la madre las horas de la tarde (2:00 p.m) para ser amamantado, ingiriendo el volumen total de leche producido desde la mañana. Las crías mayores a cuatro meses solo consumían la leche residual después del ordeño.

Registro de la información: En cada tratamiento se determinó la producción de materia seca por hectárea con una frecuencia mensual (desde febrero de 2011 a diciembre de 2012) empleando la metodología de disponibilidad por frecuencia descrita por HOYOS *et al.* (1995), de igual forma se tomó una muestra de la

Tabla 1. Complejidad estructural y diversidad vegetal para cada uno de los modelos silvopastoriles evaluados y para la pradera sin árboles

Tratamiento	Descripción	Estratos	Especies (% composición herbácea)
Pasto	Pastura	1	Estrato herbáceo= <i>Panicum maximum</i> (40%), <i>Dichanthium aristatum</i> (34%), <i>Cynodon nlemfuensis</i> (13%), otras especies (5%) y leguminosas herbáceas (8%)
p-Arbust	Pastura + Arbustos productores de hojas	2	Estrato herbáceo= <i>Panicum maximum</i> (49%), <i>Dichanthium aristatum</i> (25%), <i>Cynodon nlemfuensis</i> (10), otras especies (10%) y leguminosas herbáceas (6%) Estrato arbustivo= <i>Leucaena leucocephala</i> y <i>Crecentia kujete</i> . Densidad de arbustos= 625 árboles ha ⁻¹ . Marco de siembra 4x4.
p-Arbor	Pasto + Árboles	2	Estrato herbáceo= <i>Panicum maximum</i> (68%), otras especies (19%) Estrato arbóreo= <i>Cassia grandis</i> , <i>Albizia saman</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> . Densidad de árboles= 39 árboles ha ⁻¹ . Distancia de siembra= 16 x 16
p-Arbust-Arbor	Pasto + Arbustos + Árboles	3	Estrato herbáceo = <i>Panicum maximum</i> (60%), otras especies (15%). Estrato arbustivo= <i>Leucaena leucocephala</i> y <i>Crecentia kujete</i> . Estrato arbóreo= <i>Cassia grandis</i> , <i>Albizia saman</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> Densidad de arbustos = 468 arbustos ha ⁻¹ . Densidad de árboles = 39 árboles ha ⁻¹ . Distancia de siembra arbustos= 4 x 4 metros. Distancia de siembra de árboles sustituidos por arbustos = 16 x 16 metros.

gramínea *Panicum maximum* cv. Mombasa, por tener mayor participación en la composición herbácea de la pradera, y de las arbustivas *Leucaena leucocephala* y *Cresceta cujete* en cada tratamiento, con la cual se determinó la composición bromatológica siguiendo los lineamientos descritos por la AOAC (1990), para cuantificar proteína (Kjendal), Grasa (Soxhlet) y ceniza (combustión completa), las estimaciones de FDN y FDA según lo descrito por Van Soest y Robertson (1981) y la digestibilidad *in situ* a través de la técnica de la bolsa de nylon.

Con los resultados obtenidos en la estimación de la materia seca, se determinó la carga animal, la cual se ajustó con el uso de animales volantes durante todo el experimento.

Los datos de producción de leche se colectaron de forma continua desde marzo de 2010 hasta diciembre de 2011, mediante ordeño mecánico (Alfamatic VP-76, con capacidad para 12 puestos). A cada animal se le registró la producción individual del volumen de leche en litros, en un único ordeño.

La evaluación de la calidad composicional de la leche se realizó en un periodo de 5 meses (agosto a diciembre de 2012), con una frecuencia de registro de tres veces por semana. Esta variable se determinó mediante muestreo individual a cada animal y posterior análisis en laboratorio CORPOLAC (CORPOICA), utilizando un Analizador de Leche (Milkoscan FT 120), Marca FOSS.

Análisis Estadístico: Los datos colectados fueron almacenados en una hoja de cálculos de Microsoft Excel® para su organización y análisis. En el caso de los registros obtenidos para la producción de forraje y calidad bromatológica de la gramínea *P. maximum* y arbustivas *L. leucocephala* y *C. cujete* se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos (Pasto, p-Arbust, p-Arbor y p-Arbust-Arbor) y 3 repeticiones. El factor de bloqueo se consideró por variaciones en la capacidad de drenaje del área utilizada, la cual se caracterizó con buen drenaje, drenaje moderado y mal drenaje. La hipótesis alterna esperada fue obtener efecto de los sistemas silvopastoriles en la producción de forraje por hectárea y cambios en la calidad bromatológica del componente herbáceo y arbustivo.

Los resultados obtenidos en producción de leche de manera individual, fueron analizados empleado el modelo de curva de lactancia de Wood (1967) mediante modelo de regresión no lineal empleando el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (versión 9.2). En el procedimiento anterior, fueron obtenidos los parámetros de tiempo al pico de lactancia, producción en el pico y producción total, los cuales fueron analizados empleando un ANOVA, que consideró como unidades experimentales las vacas asignadas a cada tratamiento, y el tratamiento evaluado como efecto fijo en el modelo. Para este análisis se empleó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, considerando como error alfa 0.05 y el test TUKEY para comparación de medias.

$$y_t = \beta_0 t^{\beta_1} \exp(-\beta_2 t) \quad \text{Modelo de Wood}$$

y_t = Producción de leche en un tiempo determinado.

β_0 = Producción de leche al inicio de la lactancia.

β_1 = Parámetro que explica la pendiente de la curva.

β_2 = Parámetro que explica la desaceleración de la curva de lactancia.

Para el análisis de los datos obtenidos en la evaluación en la calidad bromatológica de la pastura se utilizó un ANOVA mediante el procedimiento MIXED, considerando como efectos fijos el tratamiento, y como efectos aleatorios el factor de bloqueo y el error experimental. En el caso de la producción de forraje (kg de MS ha⁻¹) y leche (l ha⁻¹), se empleó un modelo mixto con arreglo de medidas repetidas, el cual consideró como efectos fijos el tratamiento evaluado y el tiempo de evaluación (mes de muestreo), y como efectos aleatorios, el factor de bloqueo y el error asociado al diseño experimental. Para esta evaluación, se modeló la estructura de varianzas que mejor explicó la posible correlación entre las observaciones, con base en el estadístico BIC. Para todos los casos se empleó el paquete estadístico SAS versión. 9.2 (SAS inc., North Carolina, USA), considerando como error alfa 0.05.

Resultados

Los resultados no indicaron efecto significativo ($p>0.05$) del tratamiento y de la interacción tratamiento por mes de evaluación en la producción de materia seca, sin embargo se observó efecto significativo ($p<0.05$) del mes de evaluación en esta variable (Figura 1).

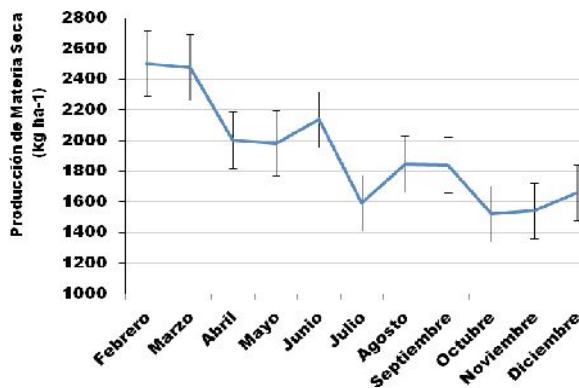


Figura 1. Efecto del tiempo en la producción de materia seca en los tres arreglos silvopastoriles y en la pradera control. CI Turipaná, Cereté (Córdoba).

En términos de calidad bromatológica se observó efecto significativo ($p<0.05$) del tratamiento en el porcentaje de proteína cruda (PC) de la gramínea *Panicum maximum*. El tratamiento p-Arbo presentó el mayor registro de PC, con un valor de 12.6%, seguido del tratamiento p-Arbo-Arbo con un valor de 11%, p-Arbus con 10% y por último el tratamiento sin árboles con un registro de 9.7% de PC. No se observaron efectos significativos del tratamiento en la proporción de FDN, FDA y DIVMS en la gramínea *P. maximum* (Tabla 2).

Tabla 2. Composición bromatológica de *P. maximum* bajo tres arreglos silvopastoriles y bajo una pradera sin árboles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba).

Tratamiento	PC	FDN	FDA	DIVMS
Pasto	9,70	78,66	43,90	54,60
P-Arbo	10,00	78,55	43,31	56,13
P-Arbo	11,93	79,28	44,02	57,67
P-Arbo-Arbo	12,59	79,12	42,74	59,61
Error Estándar de la Media	1,49	1,07	0,72	1,80
Valor de p	0,01	0,52	0,8	0,19

PC= Proteína Cruda; FDN=Fibra en Detergente Neutro; FDA= Fibra en Detergente Ácido; DIVMS= Digestibilidad de la Materia Seca.

Los datos bromatológicos obtenidos de las especies arbustivas *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*, en los tratamientos p-Arbust y p-Arbust-Arbor, no registraron efecto del tratamiento ($p>0.05$) en las variables evaluadas (Tabla 3).

Tabla 3. Composición bromatológica de *L. leucocephala* y *C. Cujete* bajo dos arreglos silvopastoriles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba)

Tratamiento	PC		FDN		FDA		DIVMS	
	LI	Cc	LI	Cc	LI	Cc	LI	Cc
P-Arbo	30,25	14,58	55,81	62,43	24,01	48,36	56,82	53,77
P-Arbo-Arbo	32,62	15,66	52,89	63,64	23,75	52,53	65,89	50,78
Error Estándar	1,02	0,46	2,51	1,82	3,82	1,75	2,33	1,63
Valor de p	0,24	0,21	0,35	0,59	0,96	0,23	0,11	0,27

PC= Proteína Cruda; FDN=Fibra en Detergente Neutro; FDA= Fibra en Detergente Ácido; DIVMS= Digestibilidad de la Materia Seca; LI: *Leucaena leucocephala*, Cc: *Crescentia cujete*

Los resultados obtenidos en la carga animal registraron efecto del tratamiento, del mes de evaluación y de la interacción entre estos factores. El tratamiento p-Arbus registró la mayor carga, con un valor de 3.6 animales ha⁻¹, el cual superó 14, 27 y 39% los resultados obtenidos en los tratamientos Pasto, p-Arbo-Arbo y p-Arbo, respectivamente (Figura 2).

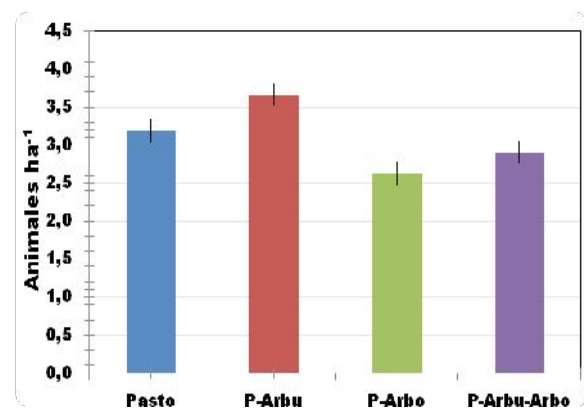


Figura 2. Carga en animales ha⁻¹, para tres arreglos silvopastoriles y una pradera sin árboles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba)

La dinámica de la carga en el tiempo evidenció que durante los meses de mayor precipitación (Mayo – Octubre) los tratamientos Pasto y p-Abus registraron los mayores valores de carga animal con oscilaciones entre 3 y 4 animales ha⁻¹ para el primero y entre 3 y 5 animales ha⁻¹ para el segundo tratamiento. Contrario a esto, las cargas animales en estos tratamientos se vieron afectadas hasta en un 50% durante el período seco.

Los sistemas silvostoriles p-Arbo y p-Arbu-Arbo, presentaron una dinámica contraria a la descrita anteriormente. Durante el período seco se observaron cargas más altas en estos tratamientos, con valores que oscilaron entre 2 y 4 animales ha⁻¹ para el tratamiento p-Arbo y entre 3 y 5 animales ha⁻¹ en el p-Arbu-Arbo (Figura 3)

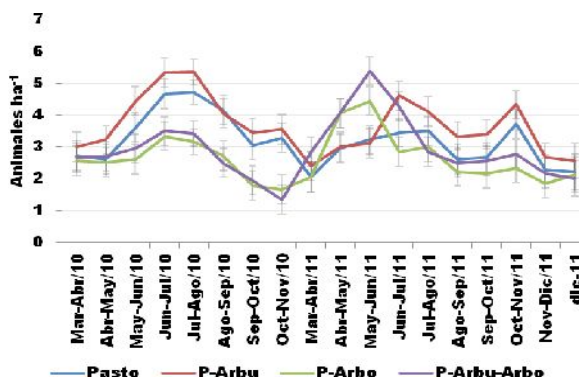


Figura 3. Dinámica de la carga en animales ha⁻¹, para tres arreglos silvopastoriles y una pradera sin árboles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba).

Los resultados obtenidos para el desempeño individual medido a través de la curva de lactancia empleando el modelo de Wood (Figura 4), indicaron que el tratamiento no presentó efecto significativo ($p > 0.05$) en el tiempo al pico de lactancia, la producción de leche al pico y producción total en la lactancia (Tabla 4).

La producción de leche por unidad de superficie presentó efecto significativo del tratamiento ($p < 0.05$). Sin embargo, no se observaron efectos ($p > 0.05$) del mes de evaluación ni de la interacción entre el tratamiento y el mes.

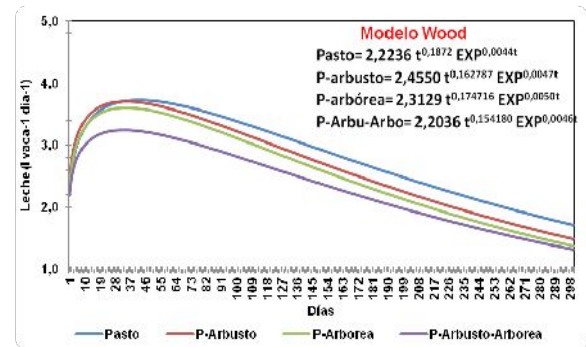


Figura 4. Curva de lactancia aplicando el modelo de Wood para tres sistemas silvopastoriles y una pradera sin árboles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba)

Tabla 4. Tiempo al pico de producción, producción de leche al pico y producción total en la lactancia para tres arreglos silvopastoriles y una pradera sin árboles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba)

Tratamiento	Tiempo al pico de producción (días)	Producción de leche al pico (litros)	Producción total en la lactancia (litros)
Pasto	39,26 (13,93)	3,67 (0,64)	812,17 (121,3)
P-Arbu	36,04 (11,63)	3,71 (0,86)	830,23 (282,7)
P-Arbo	37,01 (14,56)	3,82 (1,06)	729,2 (208,3)
P-Arbu-Arbo	34,98 (10,76)	3,29 (0,36)	718,6 (184,2)
Valor de p	0,8574	0,8237	0,7158

El tratamiento que incluye especies arbustivas presentó la mayor producción de leche por unidad de superficie, alcanzando un valor de 12,8 l ha⁻¹. Este registro superó en 3 l la producción observada en el tratamiento sin árboles y 4.3 y 5 l el volumen de leche producido en los tratamientos p-Arbo y p-Arbu-Arbo, respectivamente.

Los resultados obtenidos en la calidad composicional no indicaron efecto del tratamiento ($p > 0.05$) en la modificación de la grasa, proteína o sólidos No Grasos de la leche. La Tabla 5 indica los resultados obtenidos en cada caso.

Tabla 5. Parámetros composicionales de leche asociada a tres arreglos silvopastoriles y a una pradera sin árboles. CI Turipaná, Cereté (Córdoba)

Parámetro	Pasto	P-Arbu	P-Arbo	P-Arbu-Arbo	Error Estándar de la Media	p-Valor
Proteína	3,93	3,67	4,13	3,91	0,21	0,4852
Grasa	3,91	3,85	4,19	4,11	0,35	0,8718
Solidos No Grasos	9,57	9,29	9,86	9,67	0,19	0,2400

Discusión

Los resultados indicaron la capacidad de adaptación de la gramínea *P. maximum* a ambientes silvopastoriles y la influencia que ejercen este tipo de sistemas en la modificación de las proporciones proteicas en la composición de la materia seca.

Diferentes estudios han reportado efectos de ambientes silvopastoriles en la reducción de la producción de materia seca para especies del género *Brachiaria* (VILLANUEVA *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2010) y *Panicum* (DURR Y RANGEL, 2000; OBISPO *et al.*, 2008; VIAFARA *et al.*, 1997); pese a que ambas son catalogadas como medianamente tolerantes al sombreado (WONG, 1991). DURR y RANGEL (2000) afirman, para la especie *P. máximum* que, reducciones en la biomasa de esta gramínea bajo condiciones de sombra, indican que el factor luz es absolutamente limitante para la fotosíntesis y acumulación de carbohidratos, reportando rangos de 12-28% de luminosidad como críticos. En el presente trabajo no se registraron efectos del tratamiento en la producción de materia seca, lo que puede sugerir que los sistemas silvopastoriles no han limitado la producción de materia seca por competencia de luz.

Las modificaciones bromatológicas de la gramínea *P. maximum* en ambientes bajo sombra han sido reportadas para la cantidad de proteína en la materia seca (WILSON y WILLD, 1991; WONG y WILSON, 1985; BENJAMIN *et al.*, 1991) y en menor medida para parámetros como digestibilidad, FDN y FDA (LADYMAN *et al.*, 2003). Estos cambios en la composición proteica del forraje por efecto de la sombra han sido reportados por el desarrollo de gramíneas bajo árboles leguminosos, los cuales están asociados a mayor ciclaje de nutrientes (aporte de hojarasca) y disponibilidad de nitrógeno en el suelo. (WILSON y WILLD, 1991; TREYDET *et al.*, 2007).

No se reportan estudios que refieran el uso de modelos de curvas de lactancia en ambientes silvopastoriles y mucho menos en animales de las características genéticas a los utilizados en este trabajo. Sin embargo, diferentes autores han reportado el uso de otros modelos para describir la curva de lactancia en bovinos doble propósito, aplicando modelos cuadráticos (OSSA *et al.*, 1997) y Polinomial inverso (BOTERO y VERTEL, 2006) con resultados que logran simular el fenómeno biológico. En este estudio, el modelo de Wood describió el fenómeno biológico de la curva de lactancia en animales de cruces RHC. Sin embargo, no se registraron diferencias estadísticas en las variables evaluadas para cada uno de los tratamientos.

Estudios realizados por CAJAS-GIRÓN (2002) en el mismo sistema silvopastoril sobre el cual se realizó este trabajo, pero usando animales F1 de cruce Holstein x Cebú, reportan producción por hectárea que superan el volumen de leche registrado en el presente trabajo. El mismo autor, reporta producciones de leche en los sistemas silvopastoriles que superan hasta en un 50% el volumen por hectárea registrado en la pradera sin árboles. Lo anterior sugiere que la producción de leche por hectárea en el presente estudio estuvo limitada por el potencial genético de los animales empleados, los cuales tiene un componente importante de Romosinuano caracterizado como animal para producir carne (MONTES *et al.*, 2009).

Pese a las limitaciones productivas de los animales evaluados para producción de leche, se observó que el sistema silvopastoril que incluyó arbustos, superó significativamente la producción de leche por hectárea registrada en el tratamiento sin árboles. Lo anterior indica que si bien no se tiene animales altamente productivos, se observa un mayor potencial de producción en leche ha⁻¹ día⁻¹ en el modelo silvopastoril con especies arbustivas, comparado con el tratamiento control,

lo que puede estar atribuido a la mejor calidad nutricional de la dieta ofertada.

Estudios realizados por CAJAS-GIRÓN (2002) indicaron que este modelo silvopastoril produjo 74% más leche $\text{ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ durante el periodo seco, atribuyendo este resultado a la participación de las especies arbustivas *C. kujete*, *L. leucocephala* y *G. sepium* en la dieta de los animales medida a través de n-Alkanos, la cual fue del orden del 50% de la materia seca consumida.

En el presente trabajo no se registraron efectos significativos de los sistemas silvopastoriles sobre la calidad composicional de la leche, sin embargo está referenciado en la literatura que los ambientes silvopastoriles ofertan una dieta diversificada con mayor aporte proteico (CAJAS-GIRÓN, 2002), lo cual impacta positivamente la calidad composicional de leche (SOUZA 2002; BETANCOURT *et al.*, 2003; HERNÁNDEZ y PONCE, 2004; RONCALLO *et al.*, 2009). La ausencia de efecto significativo sobre la calidad de la leche de las dietas silvopastoriles en el presente trabajo, pudieron estar influenciadas por la características genéticas de las vacas

usadas en el estudio, las cuales pudieron limitar la capacidad de la dieta consumida en los cambios de la composición de la leche.

Conclusiones

Fueron evidentes los efectos de los modelos silvopastoriles en la modificación de la calidad proteica de la gramínea *Panicum máximum*. Sin embargo, las mejoras en la dieta no se reflejaron tangiblemente en el aumento individual de la producción ni en las modificaciones de los componentes nutricionales de la leche.

El modelo silvopastoril que incluye arbustos resultó en mayor eficiencia de la capacidad de producción de leche por unidad de superficie, lo cual pudo estar influenciado una mejor calidad de forraje ofertado y mayor capacidad de carga.

El grupo genético utilizado en el trabajo se constituyó en un limitante para evidenciar las bondades de los sistemas silvopastoriles referenciadas en la literatura y registradas en pasadas experiencias bajo los mismos modelos.

Referencias

- BETANCOURT, K.; IBRAHIM, M.; HARVEY, C.; AND VARGAS, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40): 47-51.
- BOTERO, L.; VERTEL M. 2006. Modelo matemático aplicado a la curva de lactancia en ganado vacuno doble propósito. *Revista MVZ*, 11(1): 759 – 765.
- CAJAS-GIRÓN Y.S 2002 Impacts of tree diversity on the productivity of silvopastoral systems in seasonally dry areas of Colombia. PhD thesis, University of Wales, Bangor. UK. 214 pp.
- CAJAS-GIRÓN Y.S.; MARTÍNEZ J. C.; PANZA B. D.; MOGOLLÓN A, BARRAGAN W. A et al. 2009 Valoración integral de los beneficios de Sistemas Silvopastoriles de estratos múltiples sobre la sostenibilidad del suelo y la productividad animal en el Sistema doble propósito de la región Caribe. *CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA*. 191 p.
- DURR, P.A; RANGEL J. 2000. The response of *Panicum máximum* to a stimulate subcanopy environment. *Tropical Grassland* 34:110-117.
- GARCÍA, F. 2010. Efecto de la cobertura arbórea en potreros y el estado de lactancia, sobre el comportamiento diurno de ganado doble propósito manejado bajo pastoreo en el trópico sub-húmedo. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 115p.

- HERNÁNDEZ, R.; PONCE P. 2004. Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. LRRD, 16(6).
- HOLDRIDGE, L.R.; GRENKE, W.C.; HATHWAY, W.H.; LIANG, T.; TOSI, J.A. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon, Oxford. Pp. 747.
- HOYOS, P.; GARCÍA, O.; TORRES, M. I. 1995. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 4 de la Serie "Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos". Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Pp. 120.Cali.
- LADYMAN, K.P.; KALLENBACH, R. L.; GARRETT H. E., VAN SAMBEEK, J. W.; NAVARRETE-TINDALL N. E 2003. Quality and Quantity Evaluations of Shade Grown Forages. AFTA 2003 Conf. Proceeding.
- MONTES, D.; BARRAGAN, W.; VERGARA, O. 2009. Parametros genéticos de características productivas y reproductivas para ganado tipo carne en Colombia. Rev. Colombiana cienc. Anim. 1(2).p 302 – 318.
- NAIR PKR, BURESH. R. J.; MUGENDI, D. N.; LATT C. R. 1999. Nutrient cycling in tropical agroforestry systems: Myths and science. In: Agroforestry in sustainable agricultural systems (Buck LE, Lassoie JP and Fernandes ECM, eds.). Boca Raton, FL., CRC Press pp 1-31.
- OBISPO, N. E.; ESPINOZA, Y.; GIL, J. L, OVALLES, F.; RODRIGUEZ, M. F. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum máximum*) en un sistema silvopastoril. Zootecnia Trop 26:285-288.
- OBSERVATORIO DEL CARIBE COLOMBIANO 2006. Indicadores Económicos y Sociales de la Región Caribe Colombiana
- OSSA, G.; TORREGROSA, L.; ALVARADO, L. 1997. Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un hato de doble propósito en la Región Caribe de Colombia. Revista CORPOICA 2(1). p 54 – 57.
- PACIULLO, D. S.; CASTRO, C. R.; GOMIDE, C. A.; FERNANDEZ, P.; ROCHA, W.; MÜLLER, M.; ROSIELLO, R. O. 2010. Soil bulk density and biomass partition of *Brachiaria decumbens* in silvopastoral systems. Sci. Agric 67: 598-603.
- PEREZ, J.; MARTÍNEZ, G.; ALBARADO, L.; YOSSA, G. 1998. Características Productivas, Reproductivas y Biofísicas de Cuatro Fincas en el Sistema Doble Propósito en el Departamento de Córdoba. La Investigación Pecuaria.
- PEZO, D.; IBRAHIM, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. CATIE. 2 ed. Turrialba, CR. 276 p. (Colección Módulos de Enseñanza No. 2).
- RONCALLO, B.; HENRIQUEZ, J.; BONILLA, R.; MURILLO, J.; DEL TORO, R. 2009. Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena. Revista Corpoica 10 (1). p 60-69.
- SAS.1992 User's guide: Statistics. Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute.
- SAUZA, M. H, de. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 52, 47 p.

SCHROTH G. 2003. Decomposition and Nutrient Supply from Biomass. G SCHROTH AND F.L. SINCLAIR (Eds.) CABI publishing. ISBN 0-85 199-593-4. 437 pp.

TATIS, R.; BOTERO L. 2005. Genesis y Consolidación del sistema vacuno doble propósito. ASODOBLE, Bogotá, Colombia, 282 p.

TREYDET, A.; HEITKONIG, I., PRINS, H.; LUDWIG, F. 2007. Trees improve grass quality for herbivores in African savannas. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8. p 197–205.

VIAFARA B, CLAVERO T, ARAUJO-FERBES O. Efecto del sombreamiento de Saman (*Pithecelobium saman* JACQ. (BENTH)) sobre el desarrollo y crecimiento del pasto guinea. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 1997; 5: 39-34.

VILLANUEVA, C.; IBRAHIM M, RIOS, J.; SUAREZ J. 2008. Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *Zootecnia Trop* 26:293-296.

WILSON, J. R.; WILD, D. W. M. 1990. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. Forages in plantations crops. *ACIAR Proc*, (32).

WILSON, J. R. 1996. Shade simulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 47:1075-1095.

WONG, C. C 1991. Shade tolerance of tropical forages: A review. In: Shelton HM, Stür WW (ed). Forages for plantation crops. Canberra: ACIAR 1991. P 64-69.

WOOD, P D P 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle; *Nature (Londres)* 216: 164 - 165

Caracterización seminal de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en el departamento de Sucre

Characterization seminal of individuals hair sheep colombian creole in the department of Sucre

CARRILLO-GONZÁLEZ DIEGO¹ M.Sc, HERNÁNDEZ H. DARWIN^{1*} Ph.D.

¹Universidad de Sucre, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Grupo de Investigación en Reproducción y Mejoramiento Genético Animal. Campus Puerta Verde. Sincelejo. Colombia.

Keywords:

Reproduction, semen quality, zoogenetic resources, Colombia.

Abstract

The aim of this study was to characterize the semen of sheep individuals Colombian Creole hair on the farm at the University of Sucre. The study was carried out on the farm "El Perico" of the University of Sucre, 50 meters, warm dry climate and vegetation formation of tropical dry forest. four crossbred sheep adults, unrelated, which were collected four times at intervals of five days, using the technique of electroejaculation and seminal characteristics were evaluated macroscopic and microscopic were used. It was found that the predominant color is white matte (66.7%) followed by bright white (33.3%) ($p < 0.05$), the seminal aspect is creamy (60%), the average weekly volume is 1.41 ± 0.11 ml, individual mobility is $74.09 \pm 2\%$, gross motility is 3.77 ± 0.12 and the average sperm concentration of $711,89 \times 10^6 \pm 133,86 \times 10^6$ esp / ml. It was found that $76.64 \pm 1.99\%$ spermatozoa have normal morphology and $80.47 \pm 1.28\%$ of the sperm had a functional plasma membrane. The seminal evaluation helped to show that the semen of crossbred sheep show similar to those reported in foreign breeds, although with higher volumes and higher percentage of membrane integrity features. It is concluded that the semen of Colombian creole hair sheep, has characteristics similar to other breeds quality, allowing it to be used in breeding programs.

Palabras Clave:

Calidad de semen, reproducción, recursos zoogenéticos, Colombia.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el semen de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en la granja de la Universidad de Sucre. El estudio se llevó a cabo en la granja "El Perico" de la Universidad de Sucre, a 50 msnm, clima cálido seco y con formación vegetal de bosque seco tropical. Se utilizaron cuatro ovinos criollos adultos, no emparentados, los cuales fueron colectados cuatro veces a intervalos de cinco días, mediante la técnica de electroeyaculación y se evaluaron las características seminales macroscópicas y microscópicas. Se encontró que el color predominante es el blanco mate (66,7%) seguido del blanco brillante (33,3%) ($p < 0.05$), el aspecto seminal es cremoso (60%), el volumen seminal promedio es $1,41 \pm 0,11$ ml, la movilidad individual es $74,09 \pm 2\%$, la movilidad masal es del $3,77 \pm 0,12$ y la concentración espermática promedio de $711,89 \times 10^6 \pm 133,86 \times 10^6$ esp / ml. Se encontró que el $76,64 \pm 1,99\%$ de los espermatozoides tenían una morfología normal y el $80,47 \pm 1,28\%$ de los espermias presentaron una membrana plasmática funcional. La evaluación seminal permitió demostrar que el semen de los ovinos criollos, presentan características similares a las reportadas en razas foráneas, aunque con mayores volúmenes y mejor porcentaje de integridad de membrana. Se concluye que el semen de los ovinos criollos colombianos de pelo, presenta características de calidad similares a otras razas, lo que le permite ser usado en programas mejoramiento genético.

INFORMACIÓN

Recibido: 04-12-2015;

Aceptado: 17-05-2016.

Correspondencia autor:

darwin.hernandez@unisucre.edu.co

Introducción

Los ovinos al igual que otros animales domésticos, no son originarios del continente Americano, sin embargo, presentan una amplia distribución geográfica, debido a su gran capacidad de adaptación a las diferentes condiciones de clima, vegetación y manejo (OCAMPO, 2014). Colombia cuenta con dos razas ovinas criollas, denominadas como de lana y de pelo. El primero de gran importancia económica para Boyacá, Cundinamarca, Nariño y Santander; la segunda se encuentra principalmente en la Guajira, Costa Atlántica, Llanos Orientales, Tolima, Valle del Cauca y Huila. Además se cuenta con una raza sintética llamada Mora Colombiana (CORPOICA, 2003).

Según el ICA (2016) el inventario ovino en Colombia es de 1.423.466 animales. Su producción ha estado tradicionalmente vinculada a una "economía de subsistencia" de bajo uso de insumos y relacionada con sistemas tradicionales y artesanales de producción, de tal forma que se concentra en pequeños rebaños, formados básicamente por sangre criolla en un 80 a 85 % mestizos en un 10 a 15% y solo el 5% corresponde a los animales de razas puras o foráneas (GRAJALES y TOVÍO, 2010), generalmente traídos de Europa y otros países de América, entre las cuales se puede mencionar las razas Katahdin, Santa Inés, Pelibuey, Dorset, Dorper, Hampshire, etc., las cuales son utilizadas aparentemente por poseer mejores rendimientos productivos en comparación con los animales criollos, pero sin poseer la misma capacidad de adaptación a las condiciones del trópico (OCAMPO, 2014).

Los ovinos criollos presentan características adaptativas importantes al clima tropical, dentro de las cuales tenemos la tolerancia al calor, a los ectoparásitos y la capacidad de degradar pasturas de escaso valor nutricional, etc. Todo esto ha permitido la producción de estos individuos en condiciones medioambientales hostiles, facilitando actividades como el control biológico de malezas, el reciclaje de la biomasa y la obtención de abono orgánico y la producción de ingresos alternos en sistemas de producción destinados a la ganadería (GRAJALES y TOVÍO, 2010).

Los programas de mejoramiento genético en el ovino criollo de pelo son escasos, se realizan cruzamientos con razas importadas para aprovechar el vigor híbrido, o cruzamientos de tipo absorbente con razas europeas (OCAMPO, 2014).

En ninguno de los casos se utilizan biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial, la cual busca una ampliación en la difusión dirigida de las características superiores de machos mejoradores (BORRETO *et al.*, 2002). La implementación y masificación de dicha biotecnología, requieren en primera instancia conocer aspectos básicos de la fisiología reproductiva y de la evaluación de la calidad seminal en la especie, todo con el fin de mejorar los índices productivos y reproductivos (GÓNGORA *et al.*, 2010).

Diversas metodologías han sido propuestas para la evaluación de la capacidad reproductiva de los machos ovinos (carneros) las cuales incluyen la inspección físico-sanitaria del animal y la evaluación seminal. Esta última, es una herramienta utilizada principalmente para determinar la capacidad de fertilización del espermatozoide, y por ende predecir el potencial fértil de un reproductor. Además, permite la selección de eyaculados para procesos de refrigeración o de congelación y la clasificación de los machos para la utilización en programas de monta directa o para la inseminación artificial. Sin embargo, esta evaluación no se emplea de manera cotidiana en el proceso de selección de machos reproductores en la producción ovina.

La evaluación seminal estándar, incluye varios parámetros que se han agrupado en características macroscópicas y microscópicas. En las primeras se cuentan el aspecto, el color, el pH y el volumen; en la segunda la concentración, la movilidad, la vitalidad, la morfología, pruebas de integridad de las membranas plasmática y acrosomal, y las determinaciones de trayectorias y velocidades de movimiento (EBEL, 2012). Se ha asumido que estas medidas proveen información de la cantidad del eyaculado, de la calidad de la espermatogénesis y de la capacidad fertilizante del espermatozoide (BEDOYA *et al.*, 2003; BEDOYA y PANTOJA, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

El ovino criollo de pelo colombiano, aparentemente presenta una producción espermática continua a través del año (NUÑEZ *et al.*, 2014), sin embargo no se han definido los parámetros seminales normales de los machos criollos, ni se han implementado metodologías para su evaluación, que permitan establecer un criterio de selección a la hora de elegir un macho como animal reproductor, más allá de la simple evaluación de fenotipo. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo

fue caracterizar el semen de individuos ovinos criollos colombianos de pelo, en el Departamento de Sucre, para aplicar diferentes metodologías de evaluación seminal, que permitan mejorar el proceso de selección de machos mejoradores.

Materiales y métodos

Ubicación: La presente investigación se realizó en la granja experimental Los Pericos (9.210348 N, - 75.403194 W), propiedad de la Universidad de Sucre, ubicada en el departamento de Sucre en el municipio de Sampués. A una altura sobre el nivel medio de mar de 160m, una temperatura promedio de 29°C y una precipitación anual de entre 1.000 y 1.200mm.

Animales y manejo: Se utilizaron 4 ovinos machos adultos criollos de pelo colombiano con edades entre los 1,5 y 4 años y pesos entre los 30 y 50 kg. Todos los animales incluidos en el estudio se encontraban en condiciones saludables determinadas mediante un examen clínico general en el que se evaluó el peso vivo, las frecuencias y constantes cardíacas y respiratorias, la temperatura corporal, el estado de piel y pelaje, de mucosas y de nódulos linfáticos. También se realizó una inspección y palpación del aparato reproductor externo, la evaluación del comportamiento sexual y de la monta. Todos los animales fueron incluidos en el estudio si presentaban estructuras reproductivas normales y se encontraban sanos a la hora del estudio. Durante el estudio, los animales fueron mantenidos bajo un sistema semi-estabulado, con suministro agua y pastos del género *Brachiarias* spp a voluntad.

Previo a la colecta de semen, a cada individuo se le efectuó una lavado prepucial con solución salina 0,9%. La colecta seminal se realizó por el método de electroeyaculación, usando el equipo Electrojac6®. Cada carnero fue colectado cuatro veces con intervalo de cinco días entre colecta, para un total de 16 eyaculados y cada eyaculado fue tomado como una repetición.

Mediciones: En cada eyaculado fueron evaluadas las variables macroscópicas de volumen, color y aspecto. El volumen fue determinado a través de la utilización de un tubo graduado de 15 ml y el color y aspecto mediante la observación. Adicionalmente y bajo visión con el microscopio, se determinaron las variables de concentración espermática mediante la dilución 1:200 con agua destilada y el conteo en la cama de Neubauer

(MELLISHO, 2010). La movilidad masal e individual se determinó mediante la colocación de una gota de 30µl en un portaobjetos y posteriormente se observó bajo visión con microscopio (Leica DM500) a un aumento de 100X y 400X respectivamente (MELLISHO, 2010). La morfología espermática se evaluó mediante la realización de extendidos de semen, teñidos con eosina-tinta china (50 g/L de eosina) utilizando una proporción 1:1 con 30µl de la muestra seminal a un aumento de 1000X, donde se contaron 200 células espermáticas (MELLISHO, 2010). Finalmente la evaluación de funcionalidad de membrana mediante la metodología de test hipo-osmótico (HOST) (OLIVEIRA *et al.*, 2010), usando una dilución de semen en relación de 1:10 en solución de dextrosa al 5% (252 mOsm/L) e incubados en baño maría durante de 25 minutos a 25°C, la evaluación se realizó por visión bajo microscopio en aumento de 400X.

Diseño experimental y análisis de datos: El diseño experimental respondió a un modelo completamente al azar, con un sesgo de selección por conveniencia, los datos fueron analizados a través de un análisis de varianza, la comparación de las medias se realizó mediante el test de Tukey y se realizaron correlaciones entre las variables usando el programa estadístico StatPlus®:mac2009 ver 5.8.3.0. Otros resultados se presentan como porcentajes.

Resultados y discusión

Variables sensoriales: La evaluación del color del semen evidenció que el 66,7% de las muestras presentaron un color blanco mate, mientras que, el 33,3% restante, fue de color blanco brillante. Se encontraron diferencias significativas para este parámetro entre los animales evaluados ($p < 0,05$). El color y aspecto ideal del semen es blanco-lechoso o blanco-cremoso (CUETO *et al.*, 2010; GARCÍA y URBANO, 2012), en el presente estudio, todos los eyaculados fueron de color blanco, los aspectos lechoso y cremoso tuvieron frecuencias de 26,7 y 60% respectivamente, aunque también se encontró un aspecto acuoso en el 13,3% de los eyaculados evaluados sin diferencias estadísticas entre los machos estudiados ($p = 0,13$). Desviaciones al color rojizo pueden indicar la presencia de sangre, así como los colores grises, marrones o amarillentos indican contaminación o infección, causales de desecho del eyaculado y posterior revisión del macho (CUETO *et al.*, 2010).

Variables macroscópicas: El volumen seminal promedio fue de $1,41 \pm 0,11$ ml, sin presentar diferencias significativas ($p > 0,05$) entre eyaculados, lo anterior indica uniformidad para este parámetro en el semen de los ovinos criollos. Estos valores fueron superiores a los reportados por AL-SAMARRAE (2009) en las razas Karradi y Arrabi con volúmenes de $0,61 \pm 0,11$ ml y $0,59 \pm 0,03$ ml respectivamente, al igual que los mostrados por MOGHADDAM *et al.* (2012) en cruces de razas Iranies ($1,16 \pm 0,08$ ml), por AGUIRRE *et al.* (2007), en la raza Pelibuey con un volumen promedio de $0,68 \pm 0,04$ ml, mientras que, en las razas Españolas Menorquina y Galega se reportan valores de $1,06 \pm 0,11$ ml y $0,49 \pm 0,02$ ml respectivamente (VALLECILLO *et al.*, 2011; FERNÁNDEZ *et al.*, 2009). Una posible explicación para estos resultados es que la mayoría de los datos reportados son de razas en países templados, donde la reproducción de los ovinos obedece a ritmos estacionales, lo contrario ocurre en el ovino criollo colombiano, donde la reproducción es continua a lo largo del año y por tanto el animal debe mantener la producción de semen.

Por otra parte JANETT *et al.* (2000) reportan volúmenes similares a los encontrados en este estudio en cruces de razas Suffolk, Merino y Awassi. VALLECILLO *et al.* (2011) presentan diferencias significativas entre eyaculados con un coeficiente de variación (CV) de 59,65%, el CV de los datos aquí mostrados es de 31,71% y con $p > 0,05$ lo que muestra menor variación en el volumen de eyaculado en los animales criollos. La variación en el volumen del eyaculado está afectado por el periodo de descanso dado a los animales entre colectas (HAFEZ Y HAFEZ, 2005), los datos presentados indican que un tiempo de descanso de cinco días entre colectas es ideal para que el parámetro no varíe.

Variables microscópicas: En la Tabla 1 se muestran los resultados para las características microscópicas evaluadas en los eyaculados de los machos ovinos criollos. Se observó una movilidad masal promedio de $3,77 \pm 0,12^{++}$ ($p < 0,05$ entre eyaculados), este resultado fue superior a los reportados en la raza Menorquina ($3,58 \pm 0,02^{++}$) (VALLECILLO *et al.*, 2011) y a otras razas del medio oriente (AL-SAMARRAE, 2009; MOGHADDAM *et al.*, 2012), pero inferiores a los reportados en la raza Merino (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 2000), en la oveja Galega ($4,33 \pm 0,08^{++}$) (FERNÁNDEZ *et al.*, 2009).

Tabla 1. Características seminales microscópicas de ovinos criollos Colombianos de pelo en el departamento de Sucre.

Variable	NE ¹	Media	EE ²	Mín	Máx
Volumen, ml	16	1,41	0,11	0,8	1,8
Mov. Masal (0-5)	16	3,77	0,12	3	4
Mov. Individual, %	16	74,09	2,00	65	90
Concentración, esp/ml	16	$711,89 \times 10^6$	$133,86 \times 10^6$	70	1570
Morfología, %	16	76,64	1,99	60	85
HOST, %	16	80,47	1,28	75	88

¹ Número de eyaculados, ² Error Estándar

Por otra parte, la movilidad individual obtenida fue de $74,09 \pm 2\%$ (Tabla 1). Esta movilidad individual fue superior a los reportados en diversas razas (FERNÁNDEZ *et al.*, 2009; AL-SAMARRAE, 2009; MOGHADDAM *et al.*, 2012; VALLECILLO *et al.*, 2011), pero inferiores a los reportados en la raza Merino (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 2000). VALLECILLO *et al.* (2011) encontró diferencias significativas en la movilidad individual entre eyaculados de ovinos colectados en diferentes años, notándose que a mayor edad del animal menor es la movilidad individual, en el presente estudio no se encontraron diferencias para esta característica ($p > 0,05$) a pesar de que los animales no tuvieron la misma edad. Otros factores que pueden influir en la movilidad individual se pueden clasificar como endógenos y exógenos, los primeros tenemos: la edad del animal donador y tiempo de almacenamiento de los espermatozoides en el epidídimo, tiempo de maduración espermática, reservas de energía (ATP) en el espermatozoide y finalmente integridad de la membrana; en los segundos se cuentan: la osmolaridad del plasma seminal, el pH y la temperatura (HAFEZ y HAFEZ, 2005). El análisis de los datos mostró una correlación de 0,80 ($p < 0,05$) entre las movilidades masal e individual, lo que indica que cuanto mayor es una mayor es la otra.

La concentración espermática encontrada fue en promedio de $711,89 \times 10^6 \pm 133,86 \times 10^6$ esp/ml, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los eyaculados ($p > 0,05$), y se evidenció una alta variación (CV= 77%) para esta característica (min: 70 y max: 1570×10^6 esp/ml). En contraste, estudios realizados por AL-SAMARRAE (2009) en las razas Karradi y Arrabi en Iraq muestran concentraciones menores ($121,88$ y $120,5 \times 10^6$ esp/ml respectivamente). Por otra parte,

MOGHADDAM *et al.* (2012), en cruces de razas Iranies reportan concentraciones mayores (3470×10^6 esp/ml), al igual que AGUIRRE *et al.* (2007) en la raza Pelibuey (3880×10^6 esp/ml), VALLECILLO *et al.* (2011) en la raza Menorquina (3900×10^6 esp/ml) y FERNÁNDEZ *et al.* (2009) en la Oveja Galela (4197×10^6 esp/ml). Otros valores de concentración superior se encuentran en las razas Ansotana (QUINTÍN *et al.*, 2005), la Manchega variedad negra (GONZÁLEZ *et al.*, 1998), la Guirra (PUCHADES *et al.*, 2004) y la Latxa (BELTRÁN DE HEREDIA *et al.*, 2004).

En la prueba de morfología espermática se encontró un $76,64 \pm 1,99\%$ de normalidad, en comparación con resultados reportados en diferentes razas tales como: Karradi 82,87%, Arrabi 82% (AL-SAMARRAE, 2009) y cruces de razas Iranies 88,63% (MOGHADDAM *et al.*, 2012), se observó una tendencia de un menor porcentaje de normalidad de los espermatozoides en eyaculados de la raza Criolla Colombiana. Es necesario evaluar si el método de tinción utilizado (eosina-tinta china) en la presente investigación tiene repercusiones sobre este parámetro. De otro lado, es de resaltar que no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los eyaculados. Algunos autores sugieren que existe una correlación positiva entre la morfología normal y la motilidad espermática (HAFEZ Y HAFEZ, 2005; MOGHADDAM *et al.*, 2012) en el presente estudio esto no se observó. Sin embargo, HAFEZ y HAFEZ (2005) recalcan que aunque en todas las eyaculaciones hay algunos espermatozoides anormales, cuando se presenta el 20% o más de anomalía, es necesario cuestionar la fertilidad del carnero.

La prueba de funcionalidad de membrana plasmática mediante la técnica HOST, evidenció que el porcentaje de espermatozoides que reaccionaron con el test fue del $80,47 \pm 1,28\%$ con un valor mínimo de 75% y máximo de 88%, sin diferencias significativas ($p > 0,05$) entre eyaculados. Resultados contrastantes son expuestos por OLIVEIRA *et al.* (2010) quien evaluando diferentes soluciones con osmolaridades entre 100 y 150 mOsmol/L, reporta valores de 95,8% con citrato de sodio y de 76,9% con sacarosa. El porcentaje de HOST aca presentado es superior al reportado en la raza Merino ($74,1 \pm 7,6\%$) (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 2000). De igual forma, en semen criopreservado PELUFO *et al.* (2015) presenta un valor de $59,6 \pm 3,8\%$ y BORRETO *et al.* (2002) de 35,5%.

Estas diferencias encontradas, pueden deberse a la composición molecular de las soluciones empleadas y a efectos raciales de los animales, puesto que los tiempos de incubación según VÁSQUEZ *et al.* (2011) no generan diferencias entre los eyaculados ovinos.

BORRETO *et al.* (2002) correlaciona de forma positiva y significativa el porcentaje de HOST con la movilidad progresiva y el porcentaje de espermatozoides vivos, pero no, con el porcentaje de preñez. Los datos acá mostrados presentan una de correlación positiva entre las características morfología y movilidad individual con los porcentajes de HOST, aunque no fueron significativos. Lo anterior, explica que la presencia de cambios morfológicos en la cola de los espermatozoides (reacción positiva al HOST) no siempre es indicador la integridad funcional de la membrana acrosomal externa en la cabeza de los espermatozoides, la cual es imprescindible para la reacción acrosómica y la penetración del ovocito.

Conclusiones

Las variables evaluadas, demostraron que el semen de los individuos ovinos criollos del departamento de Sucre, presentan características similares a las reportadas en otras razas, con volúmenes del eyaculado y movilidades masal e individual superiores a otros reportes, pero, con concentración espermática variable. Aunque el porcentaje de normalidad espermática fue menor para los criollos, se evidenció que el semen presenta un mayor porcentaje de funcionalidad de membrana citoplasmática, lo que permite garantizar una posible eficiencia reproductiva. Los parámetros seminales evaluados no difieren significativamente entre eyaculados, esto asegura un estándar de calidad del mismo y hace que sean aptos para la utilización en programas de reproducción que permitan realizar procesos de mejoramiento genético usando biotecnologías reproductivas similares a la inseminación artificial. Adicionalmente la aplicación de protocolos de evaluación seminal, como parámetro para la selección de machos reproductores, permite ser más estricto en cuanto a la selección y/o descarte de animales posiblemente mejoradores.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sucre por la financiación del proyecto.

Referencias

- ABDEL-RAHMAN, H.A.; EL-BELELY, M.S.; AL-QARAWI, A.A.; EL-MOUGY, S.A. 2000. The relationship between semen quality and mineral composition of semen in various ram breeds. *Small Ruminant Research* 38:45-49.
- AGUIRRE, V.; ORIHUELA, A.; VÁZQUEZ, R. 2007. Effect of semen collection frequency on seasonal variation in sexual behaviour, testosterone, testicular size and semen characteristics of tropical hair rams (*Ovis aries*). *Tropical Animal Health Production* 39:271-277.
- AL-SAMARRAE, S.H. 2009. Semen quality of arrabi and karradi iraqi rams. *Diyala Agriculture Science J.* 1:30-36.
- BEDOYA, N.; VÁSQUEZ N.; RIVERA M.; CORREA, G.; TRUJILLO, L. 2003. Evaluación de la integridad funcional de la membrana plasmática de espermatozoides bovinos mediante el test hiposmótico (HOST). *Revista de la Facultad Nacional Agropecuaria de Medellín* 56:1983-1997.
- BELTRÁN DE HEREDIA, I.; GABIÑA, D. 2004. Producción y calidad de semen de los moruecos adultos de raza Latxa. *Pequeños Rumiantes* 5:8-12.
- BORRETO, J.; GIBBONES, A.; BUNGE, M.; CUETO, M.; BIDINOST, F. 2002. Calidad seminal pos-descogelamiento en relación con la eficiencia reproductiva de la inseminación artificial laparoscópica en ovinos. *Revista Medicina Veterinaria* 83:185-188.
- BEDOYA, P.; PANTOJA, C. 2012. Viabilidad espermática e integridade funcional del acrosoma en sêmen congelado de toros nacionales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 23:192-200.
- CORPOICA – Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2003. *Situación de los recursos zoogenéticos en Colombia*. Instituto colombiano agropecuario ICA. Bogotá, Colombia.
- CUETO, M.; GIBBONS, A.; GARCIA, J.; WOLFF, M.; ARRIGO, J. 2010. *Manual de obtención, procesamiento y conservación del semen ovino*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Gobierno de Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- EBEL, F. 2012. *Caracterización y pruebas de congelabilidad seminal en asnos Baudet du Poitou*. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.
- ICA, Instituto Colombiano Agropecuario. 2016. Censo Nacional Agropecuario 2016. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>. Consultada: 10-05-2016.
- FERNÁNDEZ, M.; ADÁN, S.; LÓPEZ, C.; JUSTO, J.R.; RIVERO, J.C.; LAMA, J.J.; ROIS, D. 2009. Caracterización seminal de moruecos de la raza ovella Galega. *Archivos de Zootecnia* 58:533-536.
- GARCÍA, J.L.; URBAJO, A. 2012. *Manual de laboratorio para el análisis de semen*. 1ra Edición. OmniaScience (Omnia Publisher SL).
- Gongora, A.; MURILLO, R.; PEÑA, M.A.; RODRÍGUEZ, J.; RINCON-ARANGURI, M.; MORALES, R. 2010. Obtención y evaluación de las características seminales del Chiguero (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Memorias Conferencia Internacional de Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre Exótica* 6:15-23.
- GONZÁLEZ, M.E.; AGUADO, M.J.; PÉREZ-GÚZMAN, M.D.; MONTORO, V.; GIL, P.; GARDE, J. 1998. Técnicas reproductivas aplicadas a la conservación y fomento de la raza ovina Manchega, variedad negra. *Arch Zootec.* 47:329-334.

- GRAJALES, H.; TOVIO, N. 2010. *Importancia de la oveja criolla colombiana como base genética en proyectos productivos*. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Primer Congreso Internacional de Producción Ovina. Centro de Convenciones CAFAM - La Floresta. Bogotá, Colombia.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. 2005. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Séptima edición. Mc Graw Hill. Mexico.
- JANETT, F.; HTISSY, D.; LISCHER, C.; H-SSIG, I.M. THUN, R. 2001. Semen characteristics after vasectomy in the ram. *Theriogenology* 56:485-491.
- MOGHADDAM, G.H.; POURSEIF, M.M.; RAFAT, S.A. 2012. Seasonal variation in semen quantity and quality traits of iranian crossbred rams. *Journal Animal Science* 45:67-75.
- MELLISHO, E. 2010. Manual de laboratorio de reproducción animal. URL: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/reproduccionarchivos/practica%204-eval-semen.pdf>. Consultada: 5-06-2015.
- NUÑES, F.; GARCIA, M.; BONAURA, M.; PRADEIRO, R.; GARCIA, M.; STORNELLI, M. 2014. *Caracterización de semen obtenido mediante electroeyaculación en gatos domésticos*. XV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2014 – II Jornada Latinoamericana Facultad de Ciencias Veterinarias – Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
- OCAMPO, J.R. 2014. *Caracterización genética de ovinos en Colombia por medio de marcadores microsateélites*. Tesis de Maestría. Universidad de Antioquia. Colombia.
- OLIVEIRA, L.; CORONA, M.; DAS NEVES, P. 2010. Diferentes soluções de teste hiposmótico para sêmen ovino. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria* 32:146-150
- PELUFO, V.; LÓPEZ-ARMENGOL, M.F.; MALCOTTI, V.; VENTURINO, A.; AISEN, E.G. 2015. Effects of glycerol and sugar mixing temperature on the morphologic and functional integrity of cryopreserved ram sperm. *Theriogenology* 83:144–151.
- PUCHADES, S.; MARCO-JIMÉNEZ, F.; RODRÍGUEZ M.; VICENTE, J.S. 2004. Adiestramiento y caracterización seminal de moruecos de la raza ovina Guirra. *Archivos de Zootecnia* 53:225-228.
- QUINTÍN, F.J.; SEVILLA, E.; HERNÁNDEZ, M.; PASTOR, F.; VIJIL, E.; SOGUERO, J. 2005. *Comportamiento sexual y rendimiento seminal en moruecos de raza Ansotana*. XI Jornadas de Producción Animal AIDA. Zaragoza. España.
- VALLECILLO, A.; MIRÓ-ARIAS, M.; ROCA, A.; PONS, A. 2011. Caracterización seminal de la oveja Menorquina. *Archivos Zootecnia* 60:349-352.
- VÁSQUEZ, J.; FLORENTINI, E.; CAMARGO, L.; VALDIVIA, C. 2011. Test hipoosmótico en espermatozoides epididimarios en ovinos (*Ovis aries*). *Spermova* 1:119-120.
- VIVAS, N.J. 2013. *Diversidad genéticas de ovinos criollos colombianos*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Suplementación vitamínica y mineral como estrategia para reducir la incidencia de cetosis bovina en el trópico bajo

Vitamin and mineral supplementation as strategy to reduce the incidence of bovine ketosis under tropical conditions

GARCÍA A. KATHERINE^{1*} M.Sc, CAMPOS G. ROMULO^{1,2} Ph.D,
GIRALDO P. LEONIDAS^{1,2} MVZ.

¹Universidad Nacional de Colombia, Grupo de investigación Conservación, mejoramiento y utilización del ganado criollo Hartón del Valle y otros recursos genéticos animales en el suroccidente colombiano, sede Palmira.

²Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias, sede Palmira.

Keywords:

Cattle,
micronutrients,
postpartum,
lipid mobilization.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of mineral and vitamin supplementation on the incidence of ketosis under tropical conditions. 21 Holstein cows were divided into 3 groups: control T1, T2 iodine supplementation, T3 mixed mineral and vitamin supplementation. The experiment started 30 days before partum and culminated in the day 105 postpartum. Bi-weekly intramuscular administration of treatments performed, blood samples and urine samples were taken. β -hydroxybutirate (BHB), non esterified fatty acids (NEFA) and ketones were the metabolites analyzed. For statistical analysis, was done a repeated measures design, a descriptive analysis and comparison of means. No statistical differences were found between groups, but it did among periods, showing the highest values around calving. BHB, NEFA and ketones showed a higher concentration in the control group, while the lowest values were found in T3. Between BHB and ketones was found a high correlation ($r=0,72$). Supplementation with vitamins and minerals allowed for better adaptation to transition period with a lower mobilization of body reserves. The correlation between ketones and BHB allows propose the detection of ketones in the urine as a effective test for the diagnosis of subclinical ketosis.

Palabras Clave:

Bovinos,
micronutrientes,
posparto,
movilización lipídica.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación mineral y vitamínica sobre la incidencia de cetosis en trópico bajo. 21 vacas Holstein fueron divididas en 3 grupos: T1 control, T2 suplementación yodada, T3 suplementación mineral-vitamínica mixta. El experimento inició 30 días antes del parto y culminó al día 105 posparto. Quincenalmente se realizó aplicación intramuscular de los tratamientos y se colectó sangre y orina. Los metabolitos analizados fueron beta-hidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (NEFA) y cetonas. Para el análisis estadístico se realizó diseño de medidas repetidas en el tiempo, análisis descriptivo y comparaciones entre medias. No se encontraron diferencias estadísticas entre grupos, pero si entre periodos, evidenciando valores altos alrededor del parto. BHB, NEFA y cetonas presentaron concentración mayor en T1, mientras en T3 se hallaron los menores valores. Entre BHB y cetonas se presentó una alta correlación ($r=0,72$). La suplementación con vitaminas y minerales permitió una mejor adaptación al periodo de transición con menor movilización de reservas corporales. La correlación entre cetonas y BHB permite la detección de cetonas en orina como una prueba eficaz en diagnóstico de cetosis subclínica.

INFORMACIÓN

Recibido: 21-02-2016;

Aceptado: 28-06-2016.

Correspondencia autor:

kgarciaa@unal.edu.co

Introducción

Durante el periodo de transición comprendido entre tres semanas antes y tres semanas después del parto, las vacas presentan diversos cambios fisiológicos que las hacen vulnerables a desarrollar balance energético negativo (BEN). Después del parto la producción de leche aumenta rápidamente mientras que el consumo de materia seca se encuentra limitado, esta situación ocasiona un desbalance entre los nutrientes requeridos y los nutrientes consumidos, dando lugar a la movilización de reservas corporales y una considerable pérdida de peso (GARRO *et al.*, 2013).

La alta tasa de movilización de reservas conlleva al aumento en la concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en el plasma (GROSS *et al.*, 2013). Los NEFA que llegan al hígado son convertidos en Acetil-CoA en la mitocondria del hepatocito por medio del proceso de β -oxidación. El acetil-CoA puede ser incorporado al ciclo de Krebs para la obtención de energía en forma de ATP; sin embargo, para esto es necesario el oxalacetato, el cual proviene de precursores glucogénicos como el propionato, acetato, glicerol o determinados aminoácidos. Durante el periodo de transición el oxalacetato es insuficiente por la falta de precursores glucogénicos, y por tanto el Acetil CoA no puede ingresar al ciclo de Krebs y sufre una oxidación incompleta formando los tres cuerpos cetónicos, acetona, aceto-acetato y beta-hidroxibutirato (DUQUE *et al.*, 2011). La acumulación de cuerpos cetónicos puede llevar al animal a un cuadro de cetosis o también puede presentarse la re-esterificación de los NEFA a triglicéridos, los cuales se almacenan en los hepatocitos ocasionando la formación de hígado graso (WEBER *et al.*, 2013).

La cetosis puede presentarse en forma clínica o subclínica. La cetosis clínica presenta signos tanto nerviosos como digestivos, e incluyen salivación, masticación, andar tambaleante, incoordinación motora, ceguera, caminar en círculos, déficit propioceptivo, presión de la cabeza contra objetos, ceguera aparente, pica, salivación, hiperestesia, vocalización constante, trémores moderados y tetania, heces duras, disminución en el consumo de alimento, anorexia y caída en la producción

de leche (NORO y BARBOZA, 2012). La forma subclínica es la más frecuente, y se caracteriza por un incremento en los cuerpos cetónicos en sangre sin ningún síntoma clínico evidenciable, lo que hace su diagnóstico más complejo; se presenta disminución en la producción de leche y aumento en la susceptibilidad a otras enfermedades (BERGE y VERTENTEN, 2014).

La concentración de beta-hidroxibutirato (BHB) en sangre ha sido la prueba que mayor aceptación ha tenido en el diagnóstico de cetosis, caracterizándose por niveles de BHB en suero entre 1,00 y 1,40 mmol/L en la forma subclínica, y superiores a 1,4 mmol/L en la forma clínica (SUTHAR *et al.*, 2013). Sin embargo, existen otras pruebas como la medición de BHB en leche (KROGH *et al.*, 2011) y la determinación de cetonas en orina, mediante las cuales podría identificarse este desorden metabólico (CAMPOS *et al.*, 2005).

La disminución en el consumo de alimento que se presenta durante el periodo de transición, afecta no solo el aporte de macronutrientes como proteína y energía al organismo, sino que también afecta el aporte de micronutrientes como lo son las vitaminas y los minerales, los cuales, a pesar de ser necesarios en pequeñas cantidades participan en diferentes procesos metabólicos esenciales para la sobrevivencia y la actividad productiva y reproductiva de las vacas lecheras. Los requerimientos de estos micronutrientes dependen del estado fisiológico y el nivel productivo de los animales, donde vacas de alta producción tendrán requerimientos mayores en el final de la gestación y el inicio de la lactancia, por la alta demanda de nutrientes que se presenta para crecimiento fetal y producción de leche (WILDE, 2006).

En el presente trabajo se realizó suplementación yodada y suplementación mineral mixta y vitamínica con el objetivo de evaluar su efecto sobre la incidencia de cetosis subclínica en vacas de producción lechera en condiciones de trópico bajo, además de analizar la correlación entre pruebas sanguíneas y de orina en el diagnóstico de este desorden metabólico.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en un sistema comercial semiintensivo de producción lechera, ubicado a 3°, 57 N, 76°, 15W; con altitud de 973 msnm, temperatura promedio de 25°C, y precipitación media anual de 1000 mm, encontrándose según la clasificación de Holdridge en una formación ecológica de Bosque Seco Tropical (Bs-T) (HOLDRIDGE, 1987).

El experimento contó con la licencia para experimentación animal otorgada por el comité de ética en investigación de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Los animales contaban con una composición genética basada en Holstein con producción promedio de 20 L/vaca/día y tres lactancias en promedio. Las vacas se encontraban bajo un sistema de pastoreo rotacional con pasto estrella *Cynodon plectostachyus*, suplementado con concentrado artesanal a base de maíz, torta de soya y mogolla, la composición nutricional de estos alimentos se encuentra en la Tabla 1. El concentrado artesanal se suministró durante los ordeños, en una cantidad de 1 Kg por cada 2.5 litros de leche, a partir de una base forrajera para 8 litros de leche.

Tabla 1. Análisis bromatológico del pasto estrella y el suplemento suministrado a los animales experimentales

Nutriente (%)	Pasto estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>)	Suplemento
Materia seca	18,87	84,94
Cenizas	9,53	7,68
Proteína	18,06	27,56
Extracto etéreo	2,32	5,09
Carbohidratos	5,22	37,06
FDN*	64,87	22,61
FDA*	33,63	6,42
LDA*	4,18	1,18
Hemicelulosa	31,24	16,19
Celulosa	29,45	7,47
NDT *	55,6	71,9
Energía digestible (Mcal/Kg*MS)	2,6	2,8

* FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente Acida, LDA: Lignina detergente acida, NDT: Nutrientes digestibles totales, los valores están expresados en base seca.

21 animales fueron seleccionados por mayor producción de leche y por encontrarse en un periodo cercano a parto, fueron distribuidos de forma aleatoria en 3 grupos experimentales (T1, T2 y T3) de 7 vacas cada uno.

Durante el experimento los grupos mantuvieron la alimentación base suministrada en la finca (pastoreo y suplemento con concentrado artesanal). A cada uno de los grupos se asignó uno de los siguientes tratamientos: T1 como grupo control sin suplementación adicional; T2 con un suplemento yodo estable suministrado por dosificación parenteral intramuscular en dosis única de 3 ml/100Kg de peso vivo cada 15 días para un total de 10 aplicaciones durante el experimento (la cantidad biodisponible de yodo para T2 fue de 620,4 mg/vaca en cada aplicación); T3 con un suplemento polimineral conformado por calcio, fósforo, selenio, zinc y yodo, y adicionalmente se suministró un compuesto polivitamínico de vitaminas del complejo B: B1, B2, B3, B6, B12, cada uno de los suplementos fueron aplicados quincenalmente por vía parenteral intramuscular en dosis única de 1ml/20Kg de peso vivo (la cantidad biodisponible de minerales y vitaminas suministradas para cada vaca por aplicación fue: Calcio 100 mg, Fósforo 2000 mg, cinc 400 mg, selenio 4,4 mg, yodo 400 mg, vitaminas B1 200 mg, B2 60 mg, B3 2000 mg, B6 100 mg, y B12 2000 mg).

Quincenalmente, se realizaron colectas de sangre y orina iniciando 30 días antes del parto y hasta el día 105 posparto, en cada colecta se tomaron muestras de sangre por venopunción coccígea en tubos sin anticoagulante, las muestras de orina se obtuvieron por masaje perineal, y se realizó la aplicación de los productos asignados a cada tratamiento.

Las muestras de sangre fueron trasladadas al laboratorio de metabolismo animal de la universidad nacional de Colombia, sede Palmira donde se centrifugaron a 2500 rpm por 25 minutos para la obtención de suero sanguíneo que fue almacenado en alícuotas en un freezer vertical a -20°C para su posterior análisis.

Las muestras de orina fueron usadas para determinar la presencia de cetonas por medio de

análisis químico macroscópico *in situ* utilizando tiras reactivas de orina (Multistix® 10SG, Siemens), las cuales permiten detectar la concentración de Acetoacetato (AcAc) y clasificarla dentro de los siguientes rangos: negativo, trazas (0,49 mmol/L), bajo (1,46 mmol/L), moderado (3,92 mmol/L), alto (7,84 mmol/L) y muy alto (15,68 mmol/L). La especificidad de la prueba es baja y la sensibilidad se encuentra entre 0,49 y 0,98 mmol/L.

Los sueros sanguíneos fueron utilizados para determinar la concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA) por el método Acil Coenzima A Sintetasa/Ascorbato Oxidasa y de beta-hidroxibutirato (BHB) por el método NAD+/ 3-hidroxibutirato deshidrogenasa, ambos procedimientos realizados a partir de reactivos comerciales (NEFA y RANBUT, Randox Laboratories Antrim, Ireland). La medición de estos metabolitos se realizó por pruebas enzimáticas colorimétricas utilizando el equipo Analizador de química semiautomático de lectura óptica RAYTO® (Shenzhen, China). Dentro de cada prueba se analizó una muestra de control bovino nivel 2 (valores fisiológicos), el cual se introdujo cada 15 muestras en el experimento y se usó como control de calidad intraensayo.

Los datos fueron almacenados en una base de datos de Excel y posteriormente procesados en el paquete estadístico InfoStat, versión 2014 (DI RIENZO *et al.*, 2014), por medio de un diseño de medidas repetidas en el tiempo (procedimiento Modelos lineales generales y Mixtos), donde los efectos fijos fueron los tratamientos, los periodos y la interacción, mientras que el animal representó el efecto aleatorio y la covariable fue la producción de leche estimada a la lactancia. Para determinar la mejor estructura de covarianza se utilizaron el menor criterio de información Akaike (AIC) y el criterio de información bayesiano (BIC). Se realizó análisis descriptivo exploratorio unidimensional y las comparaciones entre medias con diferencias estadísticas se obtuvieron con la prueba DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves). Además, se usó el coeficiente de Pearson para determinar correlaciones entre variables.

Resultados

Se encontraron diferencias significativas entre periodos para BHB, evidenciando una menor concentración en el preparto (días -30 y -15) y el

mayor valor en el día 15 posparto (Figura 1A). La interacción grupo – periodo mostró diferencias en los días 0, 15, y 45 para T1 y el día 30 para T2 con los valores más altos. La concentración media para los grupos fue $1,03 \pm 0,37$ mmol/L para T1, $0,82 \pm 0,22$ mmol/L para T2, y $0,78 \pm 0,17$ mmol/L para T3 sin diferencias significativas entre ellos.

Los NEFA presentaron diferencias significativas entre periodos; evidenciando la concentración más alta al momento del parto, seguido de los días -15 (preparto) y 15 (posparto), en relación a

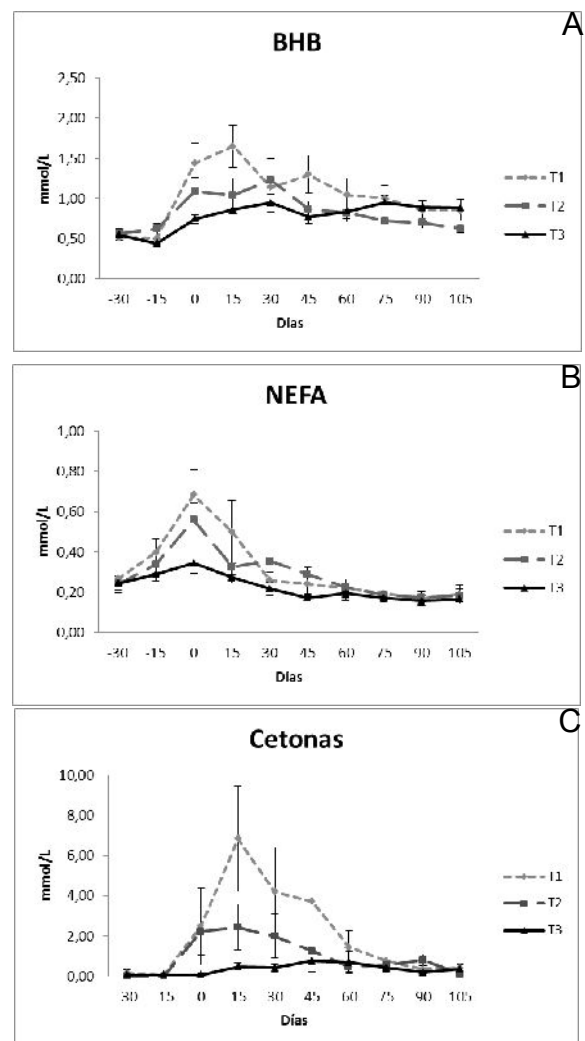


Figura 1. Comportamiento de los metabolitos energéticos para los tres grupos experimentales desde el día 30 antes del parto hasta el día 105 posparto, el día 0 corresponde al parto. Concentración sanguínea de A. BHB (mmol/L), B. NEFA (mmol/L), C. Cetonas (mmol/L).

los demás periodos (Figura 1B). En la interacción grupo – periodo el valor más alto se halló en T1 para el día del parto. Los valores medios para cada uno de los grupos fueron de $0,31 \pm 0,16$ mmol/L para T1, $0,28 \pm 0,11$ mmol/L para T2 y $0,24 \pm 0,16$ mmol/L para T3.

Para determinar la incidencia de cetosis subclínica en el experimento, se tuvo en cuenta el porcentaje de animales que por lo menos en uno de los periodos analizados exhibieron valores de BHB mayores a 1,00 mmol/L, y para animales en riesgo de llegar a cetosis clínica se tuvo en cuenta el valor de 1,4 mmol/L (valores planteados por SUTHAR *et al.*, 2013). La incidencia de cetosis subclínica fue de 71,4% en T1, 57,1% en T2 y 71,4% en T3, sin embargo, cuando se tuvieron en cuenta únicamente los animales que presentaron valores superiores a 1,4 mmol/L, la incidencia de cetosis fue de 42,9% en T1, 28,6% en T2 y 0% en T3.

Para el análisis de cetonas se utilizaron los valores medios asignados a la calificación cualitativa traza, baja, moderado, alta y muy alta, donde las concentraciones medias halladas en el experimento fueron $2,05 \pm 2,25$ mmol/L para T1; $1,00 \pm 0,94$ mmol/L para T2 y $0,36 \pm 0,25$ mmol/L para T3. La concentración más alta de cetonas fue encontrada en T1 para el día 15 posparto (Figura 1C) con un valor de 6,85 mmol/L.

Las relaciones estadísticas entre la concentración de NEFA, BHB y cetonas se encuentran planteadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson para las variables NEFA, BHB y Cetonas.

	NEFA	BHB	Cetonas
NEFA	1,00		
BHB	0,51<0,0001	1,00	
Cetonas	0,51<0,0001	0,72<0,0001	1,00

Discusión

Valores de BHB mayores a 1,00 mmol/L y hasta 1,40 mmol/L indican que los animales presentan cetosis subclínica; sin embargo, es común encontrar estos valores entre la primera y la tercera semana posparto como consecuencia de la alta movilización de lípidos que se presenta para

suplir los requerimientos del inicio de la producción de leche. Por otra parte, concentraciones de BHB mayores a 1,40 mmol/L en la mayoría de casos están acompañadas de síntomas clínicos de cetosis (SUTHAR *et al.*, 2013). En el presente trabajo se encontró que T1 mostró mayor tendencia a valores altos asociados con mayor riesgo de cetosis. Se ha encontrado que concentraciones de BHB mayores a 1,00 mmol/L están asociadas con una menor tasa de preñez, y que la probabilidad de desarrollar desplazamiento de abomaso, cetosis clínica y metritis aumentan de 2,6 a 8, de 3 a 6 y de 1 a 5,8 veces, respectivamente, y se agrava cuando los valores de BHB superan 1,20 mmol/L en las primeras 2 semanas posparto (SUTHAR *et al.*, 2013).

La concentración de NEFA en plasma es usada como una herramienta de diagnóstico para evaluar el grado de BEN en las vacas lecheras en el posparto temprano, ya que este metabolito es considerado un indicador de movilización de reservas lipídicas en el organismo (QUIROZ *et al.*, 2009). Al final de la lactancia e inicio del periodo seco se encuentran valores de NEFA menores a 0,2 mmol/L, dos semanas anteriores al parto se incrementan gradualmente para llegar a su punto máximo entre los días 0 y 10 posparto con valores alrededor de 0,75 mmol/L (CONTRERAS y SORDILLO, 2011). DÍAZ *et al.* (2011) plantean que valores de NEFA hasta 0,25 mmol/L indican una estabilización en el balance energético, mientras concentraciones superiores a 0,4 mmol/L exhiben una intensa lipomovilización, y mayores a 0,7 mmol/L aumentan el riesgo de cetosis, además, CONTRERAS y SORDILLO (2011), plantean que es común encontrar una concentración alta de este metabolito en animales obesos o con condición corporal mayor o igual a 4 puntos en la escala de ganado lechero. En la presente investigación se encontraron concentraciones superiores a 0,4 mmol/L para el día del parto en T1 y T2, y para el día 15 posparto para T1, lo que puede haber incidido en la presentación de cetosis subclínica.

Los cuerpos cetónicos son altamente volátiles, por tanto, no solo se pueden encontrar en sangre, sino que también son excretados en fluidos como leche y orina (KROGH *et al.*, 2011), por tal razón se han desarrollado pruebas que permiten

una identificación rápida de estos compuestos utilizando dichos fluidos. Una de las principales pruebas desarrolladas para evaluar y determinar la concentración de cuerpos cetónicos es la realizada en tiras reactivas de orina, la cual es una prueba semicuantitativa que mide la concentración de AcAc, y cuenta con especificidad y sensibilidad aceptable en comparación con la prueba diagnóstica de mayor precisión que es la medición de BHB en sangre (LEBLANC, 2010).

KROGH *et al.* (2011) plantea que la prueba en orina se considera positiva a cetosis cuando el valor que se obtiene de AcAc es igual o superior al nivel moderado (3,92 mmol/L), sin embargo CARRIER *et al.* (2004) y LEBLANC (2010) difieren de esta afirmación, determinando que animales con valores por encima del umbral bajo (1,46 mmol/L) deben ser considerados en riesgo de presentar cetosis y deben recibir tratamiento preventivo. Los resultados encontrados en el presente trabajo exhiben una concentración mayor al valor de umbral moderado para el día 15 después del parto en T1, mientras que superiores al umbral bajo se encontraron en los días 0, 15 y 30 posparto para T1 ($2,49 \pm 5,08$ mmol/L, $6,85 \pm 6,92$ mmol/L y $4,20 \pm 5,80$ mmol/L) y T2 ($2,24 \pm 3,08$ mmol/L; $2,45 \pm 2,95$ mmol/L y $2,00 \pm 2,88$ mmol/L). Los resultados hallados indican que todas las vacas que participaron en el experimento excretaron cuerpos cetónicos en orina, específicamente aceto-acetato, cuyo origen más probable es la movilización de tejido adiposo.

Las relaciones estadísticas encontradas en el coeficiente de correlación de Pearson (Tabla 2) evidenciaron alta asociación entre la prueba de cetonas en tiras reactivas para orina y los metabolitos sanguíneos analizados (BHB y NEFA). Lo cual indica que el uso de las tiras reactivas para orina podría ser aplicado como un método de detección rápida de cetosis subclínica, siendo una prueba económica que se puede realizar en campo. Los resultados encontrados en el presente experimento coinciden con los planteados por KROGH *et al.* (2011), donde se encontró una fuerte asociación de la prueba de tiras reactivas de orina con diferentes análisis realizados en leche, concluyendo que diferentes fluidos pueden ser usados en la determinación de cetonas y el diagnóstico de cetosis.

NEFA, BHB y cetonas son metabolitos que permiten evaluar el grado de lipomovilización que se presenta en el organismo, los resultados encontrados se asemejan a los hallados en otros trabajos realizados en condiciones de trópico (CAMPOS *et al.*, 2007), donde los metabolitos presentan un comportamiento característico durante el periodo de transición con aumento en NEFA, BHB y cetonas al momento del parto, lo cual puede ser atribuido a la disminución en el consumo de materia seca que se inicia tres semanas antes del parto (FENWICK *et al.*, 2008) y el cual, debe recuperarse cuando la homeostasis lleva a que los metabolitos se estabilicen en el posparto temprano, aproximadamente entre la segunda y cuarta semana después del parto (ESPOSITO *et al.*, 2014).

En relación al comportamiento metabólico general, a pesar de que entre los grupos no se presentaron diferencias estadísticas, en la gráfica 1 (A, B y C) se puede observar como los grupos suplementados (T2 y T3) evidenciaron un mejor comportamiento metabólico que el grupo control. Lo cual podría estar explicado en el aporte homeostático brindado por la composición mineral y vitamínica de los suplementos suministrados, los cuales son importantes moduladores en el metabolismo y participan en diferentes procesos del organismo y en la prevención de enfermedades características del posparto temprano en vacas de alto rendimiento.

En T2 se suministró un suplemento a base de yodo, donde el mejor comportamiento de este grupo en comparación con el grupo control frente a la movilización de lípidos, puede haberse dado porque el yodo es un mineral esencial que participa en la formación de las hormonas tiroideas (triyodotironina y tiroxina), las cuales a su vez, actúan en la regulación de diferentes procesos en el organismo, como son el metabolismo basal, la glucogénesis, la gluconeogénesis, el metabolismo de lípidos, metabolismo de proteínas, y en la lactogénesis (NUDDA *et al.*, 2013; SAMANC *et al.*, 2010). Se considera que el aporte adicional de yodo pudo haber estimulado una mayor formación de hormonas tiroideas con lo que se favoreció la regulación fisiológica del animal en una etapa de diferentes cambios metabólicos y nutricionales.

En T3, que fue el grupo que evidenció una menor lipomovilización se suministró fósforo y vitamina B12, los cuales han sido sugeridos como tratamiento preventivo de cetosis, ya que la vitamina B12 puede estimular el proceso de gluconeogénesis mediante el incremento en la actividad de la enzima metilmalonil-coenzima A mutasa, la cual participa activamente en el ciclo de Krebs, mientras que el fósforo también participa en varias etapas de la gluconeogénesis realizando el proceso de fosforilación de los compuestos intermediarios para que puedan ingresar al ciclo y finalmente producir la energía necesaria (GORDON, 2013). Además el fósforo participa en otras funciones biológicas como el equilibrio ácido-base, el mantenimiento celular y la generación de adenosin trifosfato (ATP). El calcio también presente en T3 participa en la excitabilidad muscular, la coagulación de la sangre, la secreción de hormonas a partir de las células donde se sintetizan, además una considerable cantidad de calcio es direccionada al calostro y la leche (GOFF, 2006). El selenio y el zinc han sido altamente reconocidos por su actuación como agentes antioxidantes en el organismo permitiendo reducir el estrés oxidativo que se presenta durante el periodo de transición, a la vez que participan en la conformación de sistemas enzimáticos de diversos procesos metabólicos (CALAMARI *et al.*, 2011; SOBHANIRAD *et al.*, 2010). Por otra parte las vitaminas del complejo B son indispensables en los mamíferos, y aunque los rumiantes las obtienen por síntesis microbiana en el rumen, la alta especialización de estos animales, ha aumentado sus requerimientos al punto que no se pueden cubrir completamente desde el rumen y es necesario suplementarlas en el periodo de transición, estas vitaminas participan como cofactores en diferentes ciclos metabólicos como la gluconeogénesis y la regeneración de grupos metilo (JUCHEM *et al.*, 2012), así como la vitamina B12 se destaca por su participación en la gluconeogénesis, la vitamina B3 adquiere alta importancia en la prevención de cetosis por su capacidad para detener la movilización de NEFA, al generar una modificación en la síntesis y excreción de lipoproteínas hepáticas (SACADURA *et al.*, 2008; KASHFI *et al.*, 2011).

Conclusiones

La incidencia de cetosis subclínica fue menor en los grupos suplementados, indicando que un mejor aporte de vitaminas y minerales puede favorecer el metabolismo global de las vacas de alta producción reduciendo la movilización de reservas corporales al apoyar el proceso de adaptación a un nuevo estado fisiológico.

El mayor aporte de yodo durante el periodo de transición pudo favorecer la formación de hormonas tiroideas, las cuales participan en diferentes procesos metabólicos y nutricionales, incluidos el metabolismo de lípidos y la regulación homeostática, con lo cual podría explicarse el mejor desempeño metabólico de los animales suplementados, en comparación con el grupo control.

La menor movilización de reservas corporales que se encontró en el tratamiento de suplementación mixta con vitaminas y minerales podría estar determinada por una mejor adaptación al periodo de transición, dada por un suministro estratégico de micronutrientes que favorecen la homeostasis del organismo, acelerando el retorno a la estabilidad metabólica de las vacas lecheras.

La correlación que se presentó entre la concentración de cetonas mediante la prueba de tiras reactivas de orina, con los metabolitos sanguíneos indicadores de movilización de reservas corporales, BHB y NEFA, permite sugerir que la detección de cetonas en orina es un forma de identificación rápida de cetosis subclínica de gran utilidad, por su bajo costo y facilidad de uso, lo cual es importante en pruebas diagnósticas a nivel de campo.

Agradecimientos: A “Lácteos el Hato” por permitir el desarrollo del experimento en su finca ganadera y su colaboración durante la fase experimental, y a la vicerrectoría de investigación de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por la financiación del proyecto.

Referencias

- BERGE, A.; VERTENTEN, G. 2014. A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems, and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. *Journal of Dairy Science* 97 (4):2145-154.
- CALAMARI, L.; PETRERA, F.; ABENI, F.; BERTIN, G. 2011. Metabolic and hematological profiles in heat stressed lactating dairy cows fed diets supplemented with different selenium sources and doses. *Livestock Science* 142 (3):128-137.
- CAMPOS, R.; CUBILLOS, C.; RODAS, A. 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agronómica* 56 (2):85-92.
- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; COLDEBELLA, A.; LACERDA, L. 2005. Determinação de corpos cetônicos na urina como ferramenta para o diagnóstico rápido de cetose subclínica bovina e relação com a composição do leite. *Archives of Veterinary Science* 10 (2):49-54.
- CARRIER, J.; STEWART, S.; GODDEN, S.; FETROW, J.; RAPNICKI, P. 2004. Evaluation and use of three cow-side test for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. *Journal of Dairy Science* 87 (11):3725-3735.
- CONTRERAS, G.; SORDILLO, L.M. 2011. Lipid mobilization and inflammatory responses during the transition period of dairy cows. *Comparative Immunology, Microbiology, and Infectious Diseases* 34 (3):281-289.
- DI RIENZO J.A.; CASANOVES F.; BALZARINI M.G.; GONZALEZ L.; TABLADA M.; ROBLEDO C.W. 2014. InfoStat. [programa del ordenador]. versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.
- DÍAZ, F.; MUIÑO, R.; PEREIRA, V.; CAMPOS, R.; BENEDITO, J. 2011. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *Journal of Veterinary Science* 12 (3):251-255.
- DUQUE, M.; OLIVERA, M.; ROSERO, R. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24:74-82.
- ESPOSITO, G.; IRONS, P. C.; WEBB, E. C.; CHAPWANYA, A. 2014. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science* 144 (3-4):60-71.
- FENWICK, M.; FITZPATRICK, R.; KENNY, D.; DISKIN, M.; PATTON, J.; MURPHY, J.; WATHES, C. 2008. Interrelationships between negative energy balance (NEB) and IGF regulation in liver of lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology* 34 (1):31-44.
- GARRO, C.; MIAN, L.; COBOS, M. 2013. Subclinical ketosis in dairy cows: prevalence and risk factors in grazing production system. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)* 98 (5):838-844.
- GOFF, J. 2006. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Animal Feed Science and Technology* 126 (3-4):237-257.

- GORDON, L. 2013. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. *The Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice* 29 (2):433-445.
- GROSS, J.; SCHWARZ, F. J.; EDER, K.; VAN DORLAND, H. A.; BRUCKMAIER, R. M. 2013. Liver fat content and lipid metabolism in dairy cows during early lactation and during a mid-lactation feed restriction. *Journal of Dairy Science* 96 (8):5008-5017.
- HOLDRIDGE, L. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.
- JUCHEM, S.O.; ROBINSON, P.H.; EVANS, E. 2012. A fat based rumen protection technology post-ruminally delivers a B vitamin complex to impact performance of multiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology* 174 (1-2):68-78.
- KASHFI, H.; YAZDANI, A.R.; LATIFI, M.; BIDABADI, F. S. 2011. Economic and managerial analysis of effective managerial strategies on prevention from ketosis in transition period in shahroud commercial dairy farms. *ISRN Veterinary Science*, (2011):1-8.
- KROGH, M.A.; TOFT, N.; ENEVOLDSEN, C. 2011. Latent class evaluation of a milk test, a urine test, and the fat-to-protein percentage ratio in milk to diagnose ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94 (5):2360 – 2367.
- LEBLANC, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of reproduction and Development* 56 (2010):S29-35.
- NORO, M.; BARBOZA, C. 2012. Cetosis en rebaños lecheros: presentación y control. *Spei Domus* 8 (17):1-11.
- NUDDA, A.; BATTACONE, G.; BOMBOI, G.; FLORIS, B.; DECANDIA, M.; PULINA, G. 2013. Effect of dietary iodine on thyroid hormones and energy blood metabolites in lactating goats. *Animal* 7 (1):60-65.
- QUIROZ, G.; LEBLANC, S.; DUFFIELD, T.; WOOD, D.; LESLIE, K.; y JACOBS, R. 2009. Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cows one week before and one week after parturition. *Canadian Veterinary Journal* 50 (4):383-388.
- SACADURA, F.C.; ROBINSON, P.H.; EVANS, E.; LORDELO, M. 2008. Effects of a ruminally protected B-vitamin supplement on milk yield and composition of lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 14 (4):111-124
- SAMANC, H.; STOJIC, V.; KIROVSKI, D.; JOVANOVIC, M.; CERNESCU, H.; VUJANAC, I. 2010. Thyroid hormones concentrations during the mid-dry period: An early indicator of fatty liver in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Thyroid Research* 2010 (2010):1-6.
- SOBHANIRAD, S.; CARLSON, D.; BAHARI, R. 2010. Effect of zinc methionine or zinc sulfate supplementation on milk production and composition of milk in lactating dairy cows. *Biological Trace Element Research* 136 (1):48-54.
- SUTHAR, V.S.; CANELAS-RAPOSO, J.; DENIZ, A.; HEUWIESER, W. 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96 (5):2925-2938.

WEBER, C.; HAMETNER, C.; TUCHSCHERER, A.; LOSAND, B.; KANITZ, E.; OTTEN, W.; SAUERWEIN, R.M.; BECKER, F.; KANITZ, W.; y HAMMON, H.M. 2013. Hepatic gene expression involved in glucose and lipid metabolism in transition cows: Effects of fat mobilization during early lactation in relation to milk performance and metabolic changes. *Journal of Dairy Science* 96 (9):5670-5681.

WILDE, D. 2006. Influence of macro and microminerals in the periparturient period on fertility in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 96 (3-4):240-249.

Colonización de hongos formadores de micorrizas arbusculares en raíces de pasto colosoana y angletón en cinco localidades del departamento de Sucre

Colonization of forming arbuscular mycorrhizas fungi in roots colosoana and angleton grass in five localities of the department of Sucre

PÉREZ C. CRISTO¹ M.Sc, PEROZA-CORONADO VICTOR² M.Sc,
PÉREZ-CORDERO ALEXANDER^{3*} Ph.D.

¹Fondo Nacional del Arroz, Fedearroz, Montería, Colombia.

²Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sincelejo, Colombia.

³Universidad de Sucre, Grupo de Investigación Bioprospección Agropecuaria, Sincelejo, Colombia.

Keywords:

Livestock,
pasture,
rice,
fungi.

Abstract

The present study was carried out during the second half of 2015 in livestock five localities of the Department of Sucre, Colombia, established with pastures colosoana (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus) and angletón (*Dichanthium aristatum* Benth), with the objective of determining the percentage of colonization arbuscular mycorrhizal (AMF) in roots of these two species of pastures. Soils with presence of root samples were collected from five locations of the department of Sucre, from which it was determined the percentage of colonization in roots by HMA. The results of analysis of variance for percentage of colonization in roots of grasses colosoana and angletón (p value=0.000), respectively), finding the greatest percentage of colonization to the pasture colosoana (36.9±79.09%) regarding the angletón grass (33.3±72.72%) in five areas evaluated. The results show that both pastures is colonized by HMA.

Palabras Clave:

Fincas ganaderas,
pasturas,
raíces,
hongos.

Resumen

El presente estudio se realizó durante el segundo semestre de 2015 en fincas ganaderas de cinco localidades del departamento de Sucre, Colombia, establecidas con pastos colosoana (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus) y angletón (*Dichanthium aristatum*, Benth), con el objetivo de determinar el porcentaje de colonización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) en raíces de estas dos especies de pasturas. Las muestras de suelos con presencia de raíces fueron colectadas de cinco localidades del departamento de Sucre, a partir de la cuales se determinó el porcentaje de colonización en raíces por HMA. Los resultados de análisis de varianza para porcentaje de colonización en raíces de pastos colosoana y angletón (p value = 0,000), respectivamente), encontrándose los mayores porcentaje de colonización para el pasto colosoana (36.9±79.09%) con respecto al pasto angletón (33.3±72.72%) en las cinco localidades evaluados. Los resultados obtenidos demuestra que ambas pasturas esta colonizadas por HMA.

INFORMACIÓN

Recibido: 11-02-2016;
Aceptado: 15-06-2016.
Correspondencia autor:
alexpcor@yahoo.com

Introducción

Las pasturas colombianas en tierras del trópico bajo están constituidas por gramíneas de alto potencial productivo como *Panicum maximum*, *Dichanthium aristatum*, *Brachiarias* y algunas especies naturalizadas como *Bothriochloa pertusa*. Esta última ha colonizado en forma rápida diferentes tierras ganaderas, desplazando otras especies cultivadas (PIÑEROS *et al.*, 2011). La principal actividad económica del departamento de Sucre es la ganadería doble propósito, en el cual el 84,9 % de su territorio está dedicado exclusivamente al pastoreo de ganado donde la fuente exclusiva de alimento animal la constituye las leguminosas nativas y las gramíneas. Dentro de estas últimas, los pastos colosoana (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus) y angetón (*Dichanthium aristatum*, Benth) son las especies predominantes en el departamento (AGUILERA, 2005).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA), son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del phylum Glomeromycota (SHÜBLER *et al.*, 2001) y la inmensa mayoría de la plantas cultivadas y silvestres (PÉREZ *et al.*, 2011). Estos hongos son poco conocidos, pero de gran importancia para los ecosistemas terrestres. El término micorriza hace referencia a la asociación simbiótica entre raíces de plantas y hongos, es llamada mutualista porque tanto los hongos como la planta hospedera se benefician. El hongo simbiote recibe carbohidratos de la planta ya que él es incapaz de realizar fotosíntesis y, a cambio, brinda a la planta varios beneficios reflejados en su crecimiento (JARAMILLO, 2011).

Estos microorganismos del suelo forman simbiosis con más del 95% de las plantas terrestres (MIRANSARI *et al.*, 2009; STRULLU-DERRIEN y STRULLU, 2007). Se ha demostrado que la asociación de estos hongos en distintas especies de gramíneas favorece la absorción, translocación y transferencia de los nutrientes y agua por la planta y que el principal nutriente implicado es el fósforo. Dichos hongos estimulan el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas, especialmente en suelos de baja y moderada fertilidad. También se ha demostrado que estos hongos micorrízicos arbusculares mejoran la producción, la calidad nutricional e incrementan la tolerancia de las especies de pastos al pisoteo, debido al suministro de nutrientes hacia la planta, los cuales estimulan al rebrote continuo y a la

recuperación rápida después de la defoliación hecha por los animales herbívoros (AHN-HEUM *et al.*, 2001).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son parte integral del sistema suelo. La rizósfera se compone del suelo cercano a las raíces de las plantas y es afectada por la actividad de ellas. La micorrizosfera es la zona del suelo afectada por la asociación micorrízica, la cual tiene dos componentes, la capa de suelo alrededor de las raíces micorrizadas y la otra es el suelo cercano a las hifas del hongo micorrízico (HM) o micelio externo que compone la hifósfera o micósfera (JARAMILLO, 2011).

Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado un estudio significativo para determinar la colonización de HMA asociados a raíces de las especies de pasto colosoana y angetón bajo las condiciones edafoclimáticas del departamento de Sucre. Por tal razón esta investigación contribuirá al conocimiento de este tipo de asociaciones, para crear un punto de partida de futuras investigaciones a nivel de biodiversidad sobre estos microorganismos y su potencial uso como biofertilizantes en cultivos de importancia económica para la ganadería, planteando y desarrollando estrategias de uso y gestión racional de recursos disponibles del suelo, optimizando la productividad del sistema suelo – planta – animal.

Teniendo en cuenta la importancia de esta simbiosis natural y el valor de este proceso para los cultivos de pastos en la región, se planteó conocer la colonización en raíces por estos hongos en dos especies de pasturas de importancia para el departamento de Sucre.

Materiales y métodos

Sitio de estudio: Se realizó en el municipio de Corozal-Sucre (Colombia), ubicado en la región fisiográfica de Sabanas que constituye el declive general de los montes de María hacia la depresión del bajo Cauca y San Jorge; a los 8° 55" y 9° 19" de latitud Norte, y entre 75° 25" y 74° 42" al Este del meridiano de Greenwich; con temperatura promedio anual de 28°C, pluviosidad de 1105 mm anuales y humedad relativa del 80%, a una altura entre 174 a 200 msnm.

Recolección de muestras: Se seleccionaron al azar 100 fincas ganaderas distribuidas en cinco localidades del municipio de Corozal (Sucre)

con pastura predominante de pasto colosoana y angletón. En cada finca ganadera se realizó un muestreo aleatorio. En cada sitio se colectaron diez plantas completas (incluyendo raíces) de cada pastura. Las muestras fueron identificadas y almacenadas para el transporte al Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas de la Universidad de Sucre y procesadas dentro de las 24 horas después de colectadas. De cada planta se separaron las raíces para para la determinación del porcentaje de colonización de HMA.

Determinación del porcentaje de colonización de HMA: El porcentaje de colonización de HMA en raíces de *B. pertusa* fue determinado mediante técnica de coloración de raíces. Las raíces coloreadas fueron colocadas sobre láminas cubiertas con laminillas, para su observación con objetivo 40X. Para estimar el porcentaje de colonización en raíces se contaron 100 campos ordenadamente por muestra. En cada muestra se observó la presencia de campos negativos (sin presencia de estructuras colonizantes) y positivos (con presencia de estructuras colonizantes). En los campos positivos se tuvo en cuenta el tipo de estructuras (arbusculos, vesículas, hifas intra-radical, extra-radical, esporas, entre otras) presente en cada raíz (PÉREZ y VERTEL, 2010).

Análisis estadístico: Para interpretar la relación entre porcentaje de colonización en raíces por HMA en función a especies de pastura, se realizó un análisis de varianza de dos factores por grupo y prueba de Tukey para las diferentes interacciones.

Resultados y discusión

Las medias de los porcentajes de colonización de HMA en raíces de pasto colosoana y angletón por localidad (Tabla 1). El análisis de ANAVA, muestra diferencias significativas para porcentaje de colonización con relación a tipo de pasto y localidad. Los mayores porcentajes de colonización fue encontrado para el pasto colosoana (79.09%) con respecto a pasto angletón (72,72%). Para los pastos colosoana y angletón las mayores colonizaciones de HMA se presentaron en las fincas ganaderas localizadas en la localidad de Chapinero. Así mismo se observa que existen diferencias en cuanto a la colonización para ambas pasturas en las cinco localidades analizadas (Figura 1).

En trabajos realizados por PÉREZ *et al.*, (2012), sobre colonización de HMA en pasto colosoana y angletón en el municipio de Corozal. Para el pasto

Tabla 1. Medias de porcentajes de colonización de hongos formadores de micorrizas arbusculares en pasto colosoana y angletón en cinco localidades del departamento de Sucre.

Localidad	%colosoana	%angletón
Chapinero	79.0909	72.7273
Las Peñas	58.6667	60.5833
Hato Nuevo	45.9091	46.8182
Cantagallo	42.8	38.5
El Mamón	37.6	33.3

% colonización de HMA en

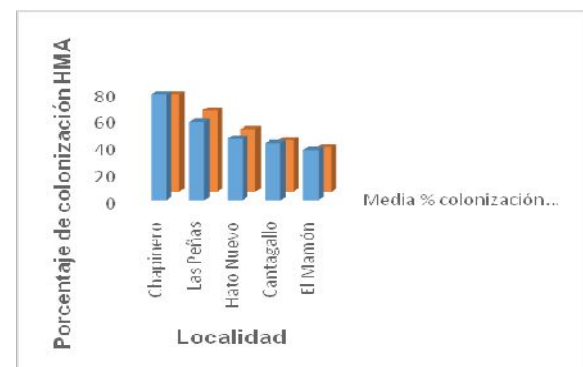


Figura 1. Medias de porcentajes de colonización de hongos formadores de micorrizas arbusculares en pasto colosoana y angletón en cinco localidades del departamento de Sucre

colosoana se reportaron los menores porcentajes de colonización de $45 \pm 76\%$, mientras que para angletón se encontraron los mayores valores de colonización de $68 \pm 82\%$. Con relación al presente estudio los resultados indican que los mayores porcentajes de colonización se encontraron para el pasto colosoana ($37,6 \pm 79,09\%$) y los menores para pasto angletón ($33,3 \pm 72,72\%$). El establecimiento de la colonización de los HMA bajo condiciones de campo están determinado por diversas condiciones tales como: factores físico-químicas del suelo (pH, contenido de fósforo, temperatura, aireación, textura y contenido de materia orgánica), condiciones climáticas (intensidad y duración de la luz, temperaturas, humedad, épocas de lluvias y épocas secas) y por las prácticas agronómicas (preparación del terreno, aplicación de pesticidas y prácticas culturales) entre otros (PÉREZ y VERTEL, 2010).

Las estructuras de colonización encontradas en raíces de pasto colosoana y angletón correspondieron a: Hifas extra-radical, hifas intra-

radicales, hifas extra-radical + esporas, esporas intra-radical y vesículas (Figura 2). Un total de 828 estructuras colonizantes fueron encontradas de las cuales 469 de reportan para pasto colosoana y 359 para pasto angletón. La estructura de mayor presencia en pasto colosoana correspondió a hifas intra-radical (163/469) y la menos abundante para vesículas (31/469). Así mismo se muestra que en pasto angletón predominó la presencia de hifas extra-radical (116/359) con respecto a las vesículas (17/359).

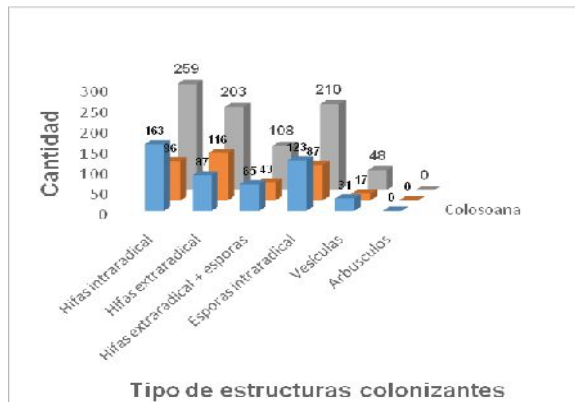


Figura 2. Tipo de estructuras colonizantes observadas de HMA en raíces de pasto colosoana y angletón de diferentes fincas ganaderas del municipio de Corozal, departamento de Sucre, Colombia.

En la agricultura, el uso de HMA tiene un gran potencial biotecnológico debido a que facilitan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Por lo tanto, plantas micorrizadas poseen una ventaja importante con respecto a las plantas no

micorrizadas (DA SILVA y CARDOSO, 2007). La importancia de los HMA en la agricultura radica en que por su extenso micelio extra radical, se forma un vínculo entre la planta y el suelo debido a que al darse la asociación planta-hongo, las plantas micorrizadas presentan ventajas en cuanto a la absorción de nutrientes de poca movilidad (como el P) con respecto a las plantas no micorrizadas, ya que en las primeras el micelio externo se extiende a una mayor distancia en el suelo que los pelos radicales de las plantas no micorrizadas (BLANCOF y SALAS, 1997).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares deben ser considerados, entonces, como parte de la diversidad biológica de los suelos y deben ser incluidos tanto en los inventarios como en los análisis de la biodiversidad a nivel de ecosistemas y agroecosistemas. La producción sostenible de pasturas en los trópicos es severamente limitada por la fragilidad de los suelos, siendo propensos a diversas formas de degradación. Hacer un mejor uso de los recursos biológicos en estos suelos puede contribuir a aumentar la sostenibilidad. Los hongos micorrízicos constituyen un recurso biológico importante en este sentido. Su contribución a la química biológica, y la calidad física del suelo ha sido reconocida, aunque aún quedan muchas preguntas de cómo utilizar de forma óptima estos hongos benéficos (PEREZ *et al.*; 2011).

Agradecimientos: Los autores expresan su agradecimiento trabajo laboratorio de investigaciones microbiológicas de la Universidad de Sucre por el apoyo en la ejecución de este.

Referencias

- AGUILERA, M.M. 2005. Documento de trabajo sobre economía regional. Economía Regional: *La Economía del Departamento de Sucre: Ganadería y Sector Público*. Ediciones Banco Ganadero, Sincelejo, Colombia.
- AHN-HEUM E.; GAIL, W.; HARTNETT, D. 2001. Effect of ungulate grazer on arbuscular mycorrhizal symbioses and fungal community structure in tall grass prairie. *Mycología* 93 (2):233 – 242.
- BLANCOF, F.; SALAS, E. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21 (1):55-67.
- DA SILVA, J.; CARDOSO, E. 2007. Micorriza arbuscular em cupuaçu e pupunha cultivados em sistema agroforestal e em monocultivo na Amazônia Central. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41 (5):819-825.

- JARAMILLO, R.I. 2011. La micorriza arbuscular (MA) centro de la rizósfera: comunidad microbiológica dinámica del suelo. *Revista Contactos* 81:17–23.
- MIRANSARI, M.; BAHRAMI, H.A.; REJALI, F.; MALAKOUTI, M.J. 2009. Effects of soil compaction and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) nutrient uptake. *Soil and Tillage Research* 103 (2):282–290.
- PEREZ, C. A.; ROJAS, S. J.; MONTES, V. D. 2011. Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el Caribe Colombiano. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 3 (2):366-385.
- PÉREZ, C.A.; BOTERO, L.C.; CEPERO, G.M. 2012. Diversidad de micorrizas arbusculares en pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus de fincas ganaderas del municipio de Corozal-Sucre. *Rev. MVZ Córdoba* 17 (2):3024-3032.
- PÉREZ, C. A.; VERTEL, M.M. 2010. Evaluación de la colonización de micorrizas arbusculares en pasto *Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus. *Rev. MVZ Córdoba.* 15 (3):2165-2174.
- PIÑEROS, V.R.; TOBAR, V.; MORA, D.J. 2011. Evaluación agronómica y zootécnica del pasto Colosoana (*Bothriochloa pertusa*) en el trópico seco del Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4 (1):36-40.
- SHÜßLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research* 105:1413-1421.
- STRULLU-DERRIEN, CH.; STRULLU, D. G. 2007. Mycorrhization of fossil and living plants. *C R Palevol* 6 (6-7):483–494.

Habronemosis peneana en un burro criollo (*Equus asinus*) del departamento de Sucre

Penile habronemosis in a creole donkey (*Equus asinus*) in Sucre department

CARDONA JOSÉ^{1*} Ph.D, VIOLET L LINA² MVZ,
MONTES V DONICER³ Ph.D.

¹Universidad de Córdoba, Departamento de Ciencias Pecuarias, Grupo de Investigaciones en Medicina de Grandes Animales (MEGA), Montería, Colombia.

²Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias, Montería, Colombia.

³Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Sincelejo, Colombia.

Keywords:

Dermopathies,
diagnostic,
equine,
histopathology.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the clinical and histopathologic characteristics of a case of penile Habronemosis in a Creole donkey (*Equus asinus*), whole male, 5 years old and 160 kg, from the municipality of Coloso (Sucre, Colombia). Was performed clinical evaluation and histopathological characterization of the affected area, finding the presence of a lesion fast, granulomatous, exophytic growth, crater-shaped and reddish at the level of the glans. Later, after sedation and application of local anesthesia it was taken a biopsy of tissue from the periphery of the granulomatous lesion with a punch of 6 mm, fixed in 10% formalin and taken to the laboratory of pathology, where they were processed to inclusion in paraffin. Finally, the sample was stained with hematoxylin-eosin (HE), where the presence of active pyogranulomatous dermatitis was confirmed, with areas of diffuse multifocal necrosis, with marked presence of eosinophils and neutrophils, as well as the phenomenon of *Splendore-Hoeppli*, corresponding sites larvae location surrounded by a dense shell eosinofillica. The definitive diagnosis was Habronemosis, and despite being a frequent reason for consultation in the veterinary clinic, this is the first report described in donkeys Colombia.

Palabras Clave:

Dermopatías,
diagnóstico,
equino,
histopatología.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar las características clínicas e histopatológicas de un caso de Habronemosis peneana en un burro criollo (*Equus asinus*), macho entero, de 5 años de edad y 160 kg de peso, procedente del municipio de Coloso (Sucre, Colombia). Se le realizó evaluación clínica y caracterización anatomopatológica del área afectada, encontrándose presencia de una lesión de crecimiento rápido, granulomatosa, exofítica, en forma de cráter y de coloración rojiza a nivel del glande. Posteriormente, previa sedación y aplicación de anestesia local fue tomada una biopsia de tejido desde la periferia de la lesión granulomatosa con punch de 6 mm, fijada en formol al 10% y llevadas al laboratorio de patología, Colombia, donde fueron procesadas hasta su inclusión en parafina. Finalmente, la muestra fue teñida con la coloración de Hematoxilina-Eosina (H-E), donde se ratificó la presencia de dermatitis piogranulomatosa activa, con áreas de necrosis multifocal difusas, con marcada presencia de eosinófilos y neutrófilos, así como el fenómeno de *Splendore-Hoeppli*, que corresponde sitios de ubicación de larvas rodeadas por una envoltura eosinofillica densa. El diagnóstico definitivo fue de Habronemosis, y a pesar de ser un motivo frecuente de consulta en la clínica veterinaria, este es el primer reporte descrito en burros de Colombia.

INFORMACIÓN

Recibido: 21-01-2016;

Aceptado: 20-05-2016.

Correspondencia autor:

cardonalvarez@hotmail.com

Introducción

La Habronemosis, es una enfermedad parasitaria de distribución mundial que afecta a los equinos, producida por los nematodos (Orden: Spirurida), *Habronema muscae*, *Habronema majus* (*H. microtoma*), y *Draschia megastoma* (PUGH *et al.*, 2014). En su estado adulto se les encuentra en el estómago de los equinos, por lo que son llamados gusanos del estómago (MEHLHORN *et al.*, 2008); los huevos que contienen la larva L1 viajan a través del tracto gastrointestinal y son eliminados en las heces, donde serán ingeridos por larvas (L3) de moscas, una vez ingeridas, las larvas de *Habronema* maduran y se desarrollan dentro de la pupa hasta llegar al estado infectivo (L3); cuando la mosca eclosiona, la larva (L3) de *habronema* migra hacia la probóscide del díptero, el cual al posarse sobre la boca del equino, las deposita y estas viajan a través del esófago para después ser ingerida por el animal y así llegar al estómago, completando el ciclo (SCHUTER *et al.*, 2010; ALANAZI *et al.*, 2011; BUZZELL *et al.*, 2011). Las especies de mosca involucradas en este ciclo son principalmente *Musca domestica* y *Stomoxys calcitrans*, aunque pueden servir de huéspedes intermediarios otras especies de moscas como *Fannia* sp, *Haematobia irritans*, *M. autumnalis*, *Musca humilis*, *M. insoria*, *M. terrareginae*, *M. hilli*, *pseudopyrellia* spp, y *Sarcophaga misera* (SCHUTER *et al.*, 2010; PUGH *et al.*, 2014).

Las moscas tienen preferencia por cualquier tipo de tejido blando, mucosas, secreciones no profusas y material orgánico del cual alimentarse, por lo que no se posan solo en la boca sino que también pueden posarse sobre los orificios nasales, conjuntiva y heridas abiertas; haciendo que se presenten infecciones por larvas erráticas de *habronema* en pulmón, conjuntiva y piel respectivamente, esta última en zonas predispuestas a traumas como miembros, genitales y abdomen (PUGH *et al.*, 2014).

A nivel gástrico, *H. majus* y *H. muscae* causan poco o ningún cambio patológico en el estómago equino. Sin embargo, una gran cantidad de parásitos pueden causar gastritis catarral y/o ulcerosa; en especial *D. megastoma*, la cual puede producir masas granulomatosas de hasta 10 cm de diámetro, compuestas de gusanos adultos y el material necrótico; estas lesiones se presentan en rara ocasión, pero pueden presentarse obstrucciones a nivel de píloro y producir una perforación de estómago, que puede conducir a una peritonitis (PUGH *et al.*, 2014).

Histopatológicamente, se ha reportado infiltración difusa de células inflamatorias mononucleares con un número de eosinófilos en la mucosa y submucosa del estómago que sugerían gastritis eosinofílica (AMININAJAFI *et al.*, 2014). En piel, las lesiones son de tipo granulomatosas en forma de cráter y exofíticas (DOWN *et al.*, 2009), con crecimiento rápido y coloración marrón rojiza, en algunos casos, con larvas amarilla calcificadas cuya apariencia es similar a un grano de arroz, así mismo, en la histopatología la epidermis se observa ulcerada con una fina capa de restos celulares necróticos mezclados con neutrófilos. La dermis y el tejido subcutáneo se observan marcadamente congestivo, edematoso y con extensos infiltrados de células inflamatorias, predominantemente eosinófilos con menor número de células plasmáticas, macrófagos, y linfocitos (AMININAJAFI *et al.*, 2014; PUGH *et al.*, 2014).

El diagnóstico está basado en los antecedentes clínicos, las características clínicas de la lesión y su respectiva biopsia, la cual al ser teñida con hematoxilina eosina presenta áreas de necrosis multifocal difusas y marcada eosinofilia, indicando dermatitis piogranulomatosa activa, en algunos casos se puede observar las larvas rodeadas por una envoltura eosinofílica densa (DOWN *et al.*, 2009; FREITAS, 2013; PUGH *et al.*, 2014), correspondiente al fenómeno de *Splendore-Hoeppli* (SH).

Se ha reportado tratamiento generalmente usando avermectinas y milbemicinas, así como sus análogos estructurales, pomadas preparadas con antiinflamatorios, Triclorón, Coumafos (PATERSON, 2009; ARRIETA *et al.*; 2013) antibióticos, así como la extirpación quirúrgica con posterior aplicación de nitrógeno líquido (TRAVERSA *et al.*; 2007; PUGH *et al.*; 2014). El objetivo de este estudio fue evaluar las características clínicas e histopatológicas de un caso de Habronemosis peneana en un burro criollo (*Equus asinus*) del departamento de Córdoba, Colombia.

Materiales y métodos

En el mes de mayo del año 2014, fue atendido por el servicio clínico ambulatorio de grandes animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, un burro (*Equus asinus*), criollo, macho entero, de 5 años de edad y 160 kg de peso, procedente del municipio de Coloso (Sucre, Colombia), al cual se le realizó examen clínico general, dermatológico

y reproductivo especializado, consistente en evaluación de la región inguinal y peneana comprometida, la cual presentó una lesión de crecimiento rápido, granulomatosa, exofítica, en forma de cráter y de coloración rojiza a nivel del glande (Figura 1) y que a la compresión presentó por algunos sitios de la lesión, salida de estructuras calcificadas amarillas cuya apariencia era similar a un grano de arroz, que posiblemente correspondían a larvas de parásitos (Figura 2) compatibles con Habronemosis.

Posteriormente, previa sedación (Xilacina 10%, Erma®, Colombia) y aplicación de anestesia local (Lidocaina 2%, Synthesis®, Colombia) fue tomada una biopsia de tejido desde la periferia de la lesión granulomatosa (CARDONA *et al.*; 2014), con punch de 6 mm, posteriormente fijada en formol al 10% y llevadas al laboratorio de Patología del Departamento de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Córdoba, Colombia, donde fueron procesadas hasta su inclusión en parafina. Posteriormente, la muestra fue teñida con la coloración de Hematoxilina - Eosina (H-E), para confirmar la presencia de dermatitis piogranulomatosa activa.



Figura 1. Habronemosis equina. a.) Ubicación a nivel de glande. b.) Lesión granulomatosa, exofítica, en forma de cráter y de coloración rojiza.



Figura 2. Lesión granulomatosa a nivel de glande con puntos de salida de material compatible con larvas calcificadas (flechas).

Resultados y discusión

Los datos de la anamnesis y la historia clínica, así como las manifestaciones obtenidas en la exploración física, las características anatomopatológicas de la lesión y los resultados histopatológicos (Fig 3), confirmaron el diagnóstico de habronemosis peneana en un burro criollo, estudiado de acuerdo con lo reportado como método diagnóstico de la condición patológica (DOWN *et al.*, 2009; FREITAS, 2013; PUGH *et al.*, 2014).

El corte histopatológico denotó la presencia de dermatitis piogranulomatosa activa, observándose áreas de necrosis multifocal difusas, con marcada presencia de eosinófilos y neutrófilos, así como el fenómeno de Splendore-Hoeppli, que corresponde sitios de ubicación de larvas rodeadas por una envoltura eosinofílica densa (Figura 3). Las características histopatológicas obtenidas al teñir la muestra con Hematoxilina-Eosina (H-E), corresponden a las reportadas por DOWN *et al.* 2009; SCHUSTER *et al.* 2010; AMININAJAFI *et al.* 2014; en las que se describe una dermatitis granulomatosa, con diferentes áreas de necrosis y gran número de eosinófilos en la periferia.

La ubicación anatómica de la lesión del animal estudiado corresponde a unos de los sitios en el que se presenta con mayor frecuencia la Habronemosis cutánea (PUGH *et al.*, 2014), al parecer por ser una zona húmeda con constante secreción no profusa de moco y estar propensa a traumas previos durante la monta. Macroscópicamente presenta una única lesión,

aunque DOWN *et al.* (2009) señalan que también se pueden observar múltiples lesiones en un mismo individuo; Las características son similares a las descritas por DOWN *et al.* (2009) y PUGH *et al.* (2014), siendo de apariencia granulomatosa, exofítica, en forma de cráter y de coloración rojiza; con presencia de material calcificado amarillo similar a un grano de arroz.

La fecha en la que se presentó el caso coincide con el inicio de la época de lluvias, en esta época se observa con frecuencia la acumulación y mal manejo del estiércol, pienso y materia orgánica en descomposición, así como paja y camas húmedas, situación favorece la reproducción y posterior proliferación de moscas (PUGH *et al.*, 2014). Coincidiendo con lo reportado por TRAVERSA *et al.* (2007), donde se señala que este tipo de lesiones se presentan con mayor frecuencia en las épocas de alta actividad de moscas.

A pesar de ser un motivo frecuente de consulta en la clínica veterinaria, este es el primer reporte descrito en Colombia, por lo que es necesario continuar con investigaciones sobre factores de riesgo, incidencia y prevalencia, debido al potencial de esta enfermedad para generar impacto negativo en la salud y aprovechamiento económico de los equinos.

Basado en el diagnóstico clínico y por ser un semoviente reproductor, con el fin de prolongar la vida reproductiva del animal, se realizó tratamiento médico basado en antihelmínticos tipo ivermectina 1% a dosis de 0,2 mg/kg/im y aplicación tópica de pomada a base de triclorfón.

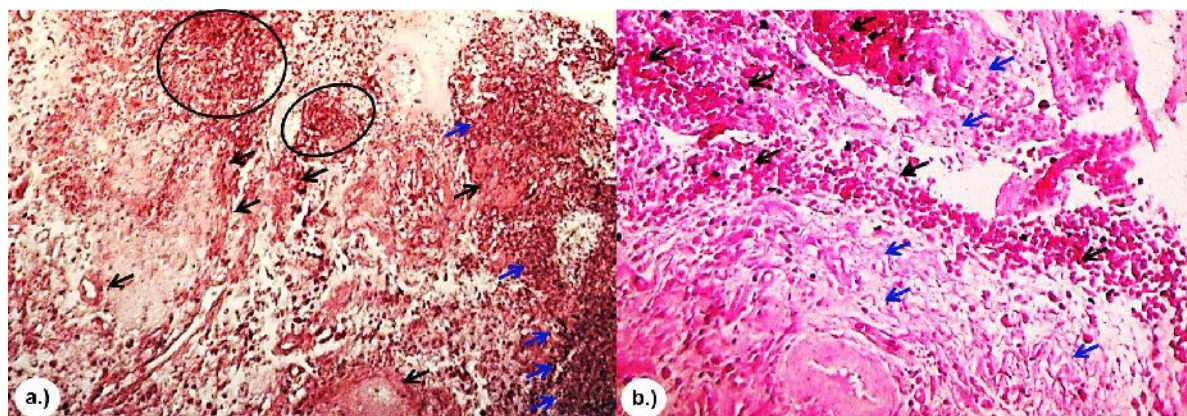


Figura 3. Tinción de H-E. a.) Severa dermatitis piogranulomatosa, obsérvese la presencia de múltiples fenómenos de *Splendore-Hoeppli* (flechas negras) con focos de eosinófilos y neutrófilos (círculos) y áreas de marcada necrosis (flechas azules). 20X. b.) Áreas de edema (flechas azules) y congestión (flechas negras). 20X.

Referencias

- AL ANAZI, A.; ALYOUSIF, M. 2011. Prevalence of non-strongyle gastrointestinal parasites of horses in Riyadh region of Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci* 18(3): 299–303.
- ARRIETA, R.; FERNÁNDEZ, JOSÉ.; MONTALVO, E. 2013. Habronemosis en potranca: informe de caso clínico. *Redvet* 14(11): 1-5.
- AMININAJAFI, F.; MEHRARA, M.; HOSSEINI, A.; FATTAHI, R.; TAGHIZADEH, M.; HASANZADEH, S. 2014. Histopathological features of cutaneous and gastric habronemiasis in horse. *J Parasit Dis*.
- Buzzell, G.; TARIQ, S.; TRAVERSA, D.; SCHUSTER, R. 2011. Morphology of the infective larval stage of the equid parasite *Habronema muscae* (Spirurida: Habronematidae), from houseflies (*Musca domestica*). *Parasitol Res*. 108(3): 629–32.
- CARDONA, J.; VARGAS, M.; PERDOMO, S. 2014. Frecuencia de Pythiosis cutánea en caballos de producción en explotaciones ganaderas de Córdoba, Colombia. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 61 (1): 31-43.
- DOWN, S.; HUGHES, I.; HENSON, F. 2009. Cutaneous habronemiasis in a 9 year-old Arab gelding in the United Kingdom. *Equine Vet Educ*. 21(1):4–8.
- FERREIRA, G.; ALMEIDA, M.; NUENES I. 2013. Casos de Habronemose equina na região do Baixo Jaguaribe-CE. In: *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*. p. 74.
- FREITAS, A. 2013. Habronemose cutânea Abordagem parasitológica e terapêutica. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Villa Real, Portugal. 83pp
- MEHLHORN, H. 2008. Habronema especies. In: *Encyclopedia of parasitology* [Internet]. p. 1577. Zoomorphology, Cell Biology and Parasitology institute. Düsseldorf, Germany. [Acceso: 15/07/2016]. Disponible en: <http://books.google.com.pe/books?id=Jpg1ysgVn-AC>
- PATERSON, S. 2009. Cutaneous habronemiasis. *Equine Vet. Educ*. 21(1): 9-10
- PUGH, D.; HU, X.; BLAGBURN, B. 2014. Habronemiasis: Biology, Signs, and Diagnosis, and Treatment and Prevention of the Nematodes and Vector Flies. *J Equine Vet Sci*. 34(2): 241–8.
- SCHUSTER, R.; SIVAKUMAR, S.; KINNE, J.; BABIKER, H.; TRAVERSA, D.; BUZZELL, G. 2010. Cutaneous and pulmonal habronemosis transmitted by *Musca domestica* in a stable in the United Arab Emirates. *Vet Parasitol. Elsevier B.V.* 174(1-2):170–4.
- TRAVERSA, D., R. IORIO, L.; PETRIZZI, I.; DE AMICIS, S.; BRANDT, A.; MEANA, A. 2007. Molecular diagnosis of equid summer sores. *veterinary parasitology*.150(1): 116-121.

Duración de la gestación en el ganado bovino criollo costeño con cuernos

Duration of gestation in creole cattle breed Costeño con Cuernos

GONZÁLEZ T. MARCO^{1*}, M.Sc, OSSA S. GUSTAVO² Ph.D, PÉREZ G. JUAN² Ph.D.

¹ Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias. Instituto de Investigaciones biológicas del Trópico IIBT. Montería, Colombia.

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Cereté, Colombia.

Keywords:

Gestation,
bovine,
creole cattle.

Abstract

The aim of this study was to determine the duration of pregnancy in the Creole cattle breed Costeño con Cuernos and establish whether factors such as the sex of the calf or order delivery could intervene in the duration of this period. A retrospective study was conducted in a herd of females of Center for Agricultural Research, Turipaná, Cerete, Colombia. It was considered as length of gestation, the interval between the date of effective service and date of delivery time. The period considered was between the years 1969 and 1988. The overall average length of gestation of 184 cases was 288.6 ± 5.7 days. Calf sex influenced ($p < 0.05$) on the length of gestation, and was longer lasting when it was male, when was female ($290 \pm 288 \pm 5.2$ vs. 6.0). Cows were arranged according to the number of labor into three groups: group I (one and two deliveries), group II (three and four deliveries) and group III (5 or more deliveries). It was found that the sex of the fetus was a cause of variation in the length of gestation of cows Costeño con Cuernos ($p < 0.05$) among the cows in groups I and II, and between group II and III.

Palabras Clave:

Gestación,
bovino,
ganado criollo.

Resumen

Determinar la duración de la gestación en la raza bovina criolla Costeño con Cuernos y establecer si factores tales como el sexo del ternero o el orden de partos podrían intervenir en la duración de este periodo. Se realizó un estudio retrospectivo en un hato de hembras del Centro de Investigación Agropecuaria, Turipaná, Cereté, Colombia. Se consideró como duración de la gestación, el intervalo de tiempo transcurrido entre la fecha del servicio efectivo y la fecha del parto. El periodo considerado fue entre los años de 1969 y 1988. El promedio general de la duración de la gestación de 184 casos fue de $288,6 \pm 5,7$ días. El sexo del ternero influyó ($p < 0,05$) sobre la duración de la gestación, y resultó de mayor duración cuando fue macho, que cuando fue hembra ($290 \pm 5,2$ vs. $288 \pm 6,0$). Las vacas fueron ordenadas de acuerdo con el número del parto en tres grupos: grupo I (uno y dos partos), grupo II (tres y cuatro partos) y grupo III (5 o más partos). Se encontró que el sexo del feto fue una causa de variación en la duración de la gestación de las vacas Costeño con Cuernos ($p < 0,05$) entre las vacas de los grupos I y II, así como entre las vacas de los grupos II y III.

INFORMACIÓN

Recibido: 21-02-2016;

Aceptado: 27-06-2016.

Correspondencia autor:

marcogonzalezxtous@gmail.com

Introducción

Las razas nativas tropicales latinoamericanas descienden de animales que llegaron durante la conquista española en 1492, y a través de más de 500 años de selección natural, han logrado un proceso de adaptación al medio que se ve reflejado en la expresión de algunos caracteres de importancia económica que pueden ser utilizados para aumentar su producción animal. En Colombia se desarrollaron siete razas de bovinos criollos, la raza Casanareño y la Sanmartinero, desarrolladas en el Piedemonte Llanero y en las sabanas del oriente Colombiano. La raza Blanco Orejinegro (BON) en la región Andina, la raza Chino Santandereano en el centro y norte de la Cordillera Oriental y la raza Hartón del Valle formada en el Valle del Cauca. En la región Caribe predominaron las razas Costeño con Cuernos y el Romosinuano (PRIMO, 1992).

La raza Costeño con cuernos (CCC) fue utilizada como productora de leche y carne, y en 1986 fueron contabilizados 476 animales puros conservados por CORPOICA en el Centro de Investigaciones Turipaná, Cereté, Colombia. El CCC es un bovino de tamaño mediano, su color varía entre bayo claro y rojo cereza, cabeza con cuernos delgados, cola de inserción alta y escasa borla. La conformación de las vacas revela aptitud para la producción de leche, con ubre glandular de apariencia colgante, medianas y con venas mamarias bien desarrolladas (PRIMO, 1992).

La información relacionada con los aspectos reproductivos como la duración de la gestación de esta raza es desconocida. Una evaluación estadística del periodo de gestación puede ser requerida en estudios experimentales con el fin de determinar si su duración ha sido afectada por algún tratamiento. Además, es necesario el conocimiento de la variación normal de la duración de la gestación en una raza determinada para planificar el manejo de los animales en los estados de preñez avanzada. Adicionalmente el conocimiento de la duración de la gestación en esta raza criolla es necesario para la caracterización de la misma. El objetivo de este estudio fue determinar la duración de la gestación en el ganado Costeño con Cuernos y establecer si factores como el sexo de la cría o el orden de partos podrían incidir en este periodo.

Materiales Y Métodos

Tipo de estudio y zona de estudio. Se realizó un estudio retrospectivo a través de los resultados obtenidos de la duración de la gestación de hembras del ható Costeño con Cuernos, perteneciente al Centro de Investigación Turipaná (CORPOICA), localizado en el municipio de Cereté, departamento de Córdoba, Colombia. La zona de estudio presenta una precipitación anual promedio de 1.100mm, humedad relativa del 83%, altura de 13 msnm y una temperatura promedio anual de 28°C.

Obtención de datos y análisis de la información. Se obtuvieron datos sobre el número de partos, duración de la gestación y sexo de la cría de hembras Costeño con Cuernos que presentaron fecha de servicio (monta natural) y fecha de parto entre los años de 1969 y 1988. Se conformaron tres grupos de animales de acuerdo con el número de partos: El grupo I correspondió a vacas de uno y dos partos, el grupo II a vacas de tres y cuatro partos y el grupo III a vacas de cinco o más partos. El rango de número de partos de los animales estudiados fue entre uno y doce.

Con el propósito de determinar si el número de partos o el sexo de la cría afectaban la duración de la gestación, se realizó una prueba de "t" de Student con un nivel de significancia del 5%. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, desviación estándar y coeficiente de variación.

Resultados y Discusión

Este es el primer estudio en Colombia en el que se informa la duración de la gestación en el ganado Costeño con Cuernos. La distribución del periodo de gestación de 184 casos de hembras bovinas analizadas se describe en la Tabla 1. El 80% de las gestaciones tuvieron una duración entre 281 y 295 días. La media de la duración de la gestación encontrada ($288,6 \pm 5,7$ días) es similar a la informada para las razas criollas brasileñas Caracú y Pitangueiras, reportadas por PEREIRA *et al.*, (1979) y LOBO *et al.*, (1980), respectivamente. De igual forma, los resultados

de este estudio coinciden con la media reportada para la raza criolla venezolana Carora (VALLE, 1985) y para la raza Criolla Cubana reportada por RIZO *et al.*, 2002.

Tabla 1. Distribución de la duración de la gestación en hembras Costeño con Cuernos.

Rangos de duración de la gestación en días	Frecuencia de animales % (n)
270 - 275	4,34 (8)
276 - 280	4,89 (9)
281 - 285	13,04 (24)
286 - 290	33,69 (62)
291 - 295	34,78 (64)
296 - 300	9,23 (17)
Total de animales	184

La duración de la gestación es un carácter condicionado genéticamente, aunque puede estar modificada por factores maternos, fetales y ambientales. Entre los factores descritos que condicionan la mayor o menor duración del período gestacional en el ganado vacuno son el sexo de la cría, la edad de la vaca, la estación de parto, el número de fetos, los criterios de selección, el genotipo fetal y el peso al nacimiento (BECERRA, 2012).

En este estudio se analizaron algunos de los factores que afectan la duración de la gestación como el orden del parto y el sexo de la cría. Se encontró que el orden de partos interviene en la duración de la gestación de hembras Costeño con Cuernos, dado a que se identificaron variaciones en el periodo de gestación entre las vacas del grupo I y II y entre las vacas del grupo II y III (Tabla 2). Se hallaron diferencias significativas entre hembras con uno y dos partos (grupo I) y hembras con dos y tres partos ($P < 0,05$), clasificando a las hembras del grupo I como las que presentaron un período de gestación menor. Estos resultados posiblemente se deben a que las vacas con uno y dos partos no se han desarrollado completamente y el peso del ternero hace que estas presenten el parto más acelerado que las pluríparas. De acuerdo con un estudio realizado por CABALLERO Y GONZÁLEZ, (1997) en la raza bovina de Lidia, reportan que vacas jóvenes con uno y dos partos

Tabla 2. Distribución de duración de la gestación de acuerdo con el número de partos.

Categorías	Número de observaciones	Media	D.S*	C.V.**%
Grupo I	38	288,52	7,09	2,45
Grupo II	60	287,30	6,28	2,18
Grupo III	86	289,80	4,16	1,43

* Desvío estándar; ** Coeficiente de variación

presentan periodos más cortos de gestación, y que este período aumenta gradualmente con el número de partos. Asimismo, RIZO *et al.*, 2002 reportaron que en el ganado Criollo Cubano, el número de partos influye significativamente en la duración de la gestación ($p > 0,001$). Por otra parte, LOBO *et al.*, (1980) reportaron pequeñas variaciones en la duración de la gestación de acuerdo con el orden de parto en la raza criolla brasileña Pitangueiras, en las cuales ocurren gestaciones más prolongadas entre el sexto y octavo parto. No obstante, este autor indicó que los coeficientes de variación fueron prácticamente idénticos, considerando que la variabilidad de este carácter es de poca importancia práctica.

En este estudio también se encontró que el sexo del feto es una causa de variación en la duración de la gestación de las vacas Costeño con Cuernos. El período de gestación de fetos macho ($289,84 \pm 5,24$ días) fue mayor que el de fetos hembra ($287,83 \pm 5,96$) ($p < 0,05$). De forma similar, estos resultados también son descritos por BECERRA *et al.*, (2012) en bovinos de la raza Rubia Gallega. Igualmente, CABALLERO Y GONZÁLEZ, (1997) reportaron una mayor duración de la gestación de machos que de hembras, aunque no encontró diferencias significativas entre estas variables.

Las diferencias en la duración de la gestación de acuerdo con el sexo de la cría ha sido reportada con frecuencia en la literatura y esta podría ser atribuida a que los machos son más pesados que las hembras no solo al nacer, si no en todas las edades. Esto podría explicarse porque los machos presentan mayores índices de crecimiento pre y post-natal, posiblemente debido a la acción de la testosterona, la cual determina una mayor tasa metabólica (BECERRA *et al.*, (2012); CABALLERO Y GONZÁLEZ, (1997); NA *et al.* (1989)). Por lo tanto una de las causas del parto es el tamaño del feto, incidiendo esto en la duración de la gestación.

Conclusiones

Este es el primer estudio en Colombia en donde se informa la duración de la gestación de bovinos de la raza criolla Costeño con Cuernos. Se encontró que este periodo presenta una media de $288,6 \pm 5,7$ días, y factores como el orden de partos y el sexo de la cría tienen influencia sobre la duración de la gestación.

Agradecimientos. A todos los trabajadores de campo y técnicos de CORPOICA., Cereté, Colombia. A la Universidad de Córdoba y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Montería Colombia.

Referencias

- BECERRA, J; QUINTELA, L; PEÑA, A; RUIBAL, S; DEIROS, J; BARRIO, M; DIAZ, C; GRACIA, S; HERRADÓN, P. Duración del período gestacional en la raza Rubia Gallega. Recursos Rurais. 1(2):35-39. 2012
- CABALLERO DE LA CALLE, J & GONZÁLEZ, M. Influencia de diversos factores sobre la duración de la gestación en vacas bravas." Archivos de zootecnia 46(173): 81-84. 1997.
- LOBO, R; VALLE, A; DUARTE, F; y WILCOX, C. Estudio fenotípico y genético de características reproductivas y productivas en la raza Pitangueiras. I. Duración de la gestación. Agronomía Tropical 30(1-6): 315-324. 1980.
- NA, K.J.; HONG, S.G.; KIM, H.S. & LEE, K.S. Environmental effects on the reproductive traits of Korean Native cattle and Charolais crossbreds on farm feeding. The Research Reports of the Rural Development Administration 31, 2: 1-6. 1989.
- PRIMO, A. El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. Archivos de zootecnia. 41(154): 421-432. 1992.
- RIZO, A; GUEVARA G; PAZ SARMIENTO, A; VALDÉS, J; AVILÉS, R; GÓMEZ, M Y VEGA, C. Comportamiento reproductivo del ganado vacuno Criollo Cubano. Rev. prod. anim. 14 (1):55-58. 2002
- VALLE, A. 1985. Comportamiento reproductivo de vacas mestizas en cinco fincas de la región de Carora, Estado Lara. Venezuela. Zoot Trop 3(1).

Grasa sobrepasante: Aplicaciones y su proceso de obtención para la alimentación de rumiantes en el trópico

Bypass fat: Applications and its production process for feeding ruminants in the tropic

DUARTE V. JESÚS^{1*} M.Sc, RAMÍREZ Z. GERMÁN² MVZ, CASTAÑEDA S. ROMÁN¹ Ph.D.

¹Universidad del Tolima, Grupo de Investigación en Sistemas agroforestales pecuarios, Colombia.

²Universidad del Tolima, Colombia.

Keywords:

Palm oil waste, protected lipids, ruminant nutrition, saponification, sheep tallow.

Abstract

The objective of this review is to describe the general aspects, the importance of protected fats in feeding of ruminants and review some aspects about their processing and obtaining in order to encourage the scientific community of the tropics to implement processes of research in this important area of animal production. The results of the use in ruminant feeding and the saponification flowcharts for making soap using sodium, potassium and calcium, for sheep tallow and for palm oil residue are evaluated. It is noticed that there is improvement in the production parameters with bypass fat, as well as the milk quality both in cattle, sheep and goats and reproductive parameters in dairy cattle, with decrease in the negative energy balance on the body condition of the animals, which improve evidenced postpartum conception rates and the reduction of open days. Likewise, the performance in meat production where an increase in weight gain and channel performance is recorded is also evaluated. A scientific space research in the search of methods of energy supplementation in ruminants in physiological stages of high requirements for the use of available resources in the tropics to potentiate ruminant production is stimulated. It is concluded that bypass fat have a positive effect on the productive and reproductive parameters of ruminant animals. However, it is necessary to perform the economic evaluation to establish the use rates.

Palabras Clave:

Lípidos protegidos, nutrición de rumiantes, residuos de aceite de palma, saponificación, sebo ovino.

Resumen

El objetivo de esta revisión es describir los aspectos generales, la importancia de las grasas protegidas en la alimentación de rumiantes y revisar algunos aspectos sobre su procesamiento y obtención para incentivar a la comunidad científica del trópico a implementar procesos de investigación en esta importante área de la producción animal. Se evalúan los resultados de la utilización en la alimentación de rumiantes y los flujogramas de saponificación para la elaboración de jabón empleando Hidróxidos de Sodio, potasio y calcio, para sebo ovino y para residuo de aceite de palma. Con la grasa sobrepasante se evidencia el mejoramiento de parámetros de producción, así como calidad de la leche tanto en bovinos, ovinos y caprinos y parámetros reproductivos en bovinos de leche, con disminución del balance energético negativo sobre la condición corporal de los animales, que mejoran las tasas de concepción postparto y la reducción de los días abiertos, de igual manera se evalúa el desempeño en la producción de carne donde se registra un incremento en la ganancia de peso y rendimiento de la canal. Se estimula un espacio científico para la investigación en la búsqueda de métodos de suplementación energética en rumiantes en etapas fisiológicas de altos requerimientos para el uso de recursos disponibles en el trópico para potencializar la producción de rumiantes. Se concluye que las grasas sobrepasantes tienen un efecto positivo sobre los parámetros productivos y reproductivos de animales rumiantes. Sin embargo, es necesario realizar la evaluación económica para establecer la dosis de utilización.

INFORMACIÓN

Recibido: 20-02-2016;

Aceptado: 19-06-2016.

Correspondencia autor:

jhduarte@ut.edu.co

Introducción

Los lípidos son moléculas hidrófobas que pueden originarse a través de condensaciones de tioésteres o unidades de isopreno. Estos compuestos tienen acciones como: aportadores de energía, estructuradores de la membrana celular, protectores de órganos, mediadores hormonales, entre otros, por lo que se convierten en indispensables para la vida (SERRANO y CALLE, 2014).

Según MATEOS *et al.* (1996) dentro de los lípidos se consideran diversas moléculas que tienen en común ácidos grasos en su estructura química. Incluye productos tales como triglicéridos o grasas neutras (molécula formada por tres ácidos grasos unidos mediante un enlace éster a glicerol), lípidos estructurales (tales como las lecitinas en las cuales uno de los ácidos grasos es sustituido por un grupo fosfórico), ceras (ésteres de alcoholes de cadena larga de origen vegetal), ácidos grasos libres (procedentes de los procesos de refinado de la industria de aceites comestibles y otras) y jabones cálcicos (molécula sin glicerol y con los ácidos grasos saponificados por el ion calcio).

Todos esos compuestos lipídicos citados en el párrafo anterior, ofrecidos como suplemento en la alimentación de rumiantes tiene como función básica aumentar el consumo de energía, sin aumentar la ingestión de carbohidratos no estructurales y sin disminuir la ingestión de fibra (SILVA *et al.*, 2006). El aumento del nivel energético de la dieta es también una alternativa para mitigar los efectos del estrés calórico en los animales, puesto que las grasas producen menos calor metabólico que otras fuentes de energía, haciéndolas mucho más eficientes.

JHONSON y MCCLURE (1973) indicaron que la introducción de grasa en la ración es una alternativa para aumentar la densidad energética y disminuir el impacto de ese balance energético negativo de los animales, principalmente hembras en estados iniciales de lactación, sin embargo altos niveles de grasa en la dieta (> 6%, de grasa como porcentaje de la MS) tienen un marcado efecto negativo sobre la digestibilidad de la fibra en el rumen, y esto se debe a que gran parte de las grasas usadas para alimentación animal

son insaturadas, las cuales son tóxicas para los microorganismos ruminales, principalmente los celulíticos y metanogénicos.

En condiciones de pastoreo las vacas de leche durante su primer tercio de lactancia sufren un importante déficit energético (BARGO *et al.*, 2003; CHURCH y POND, 1999), debido a que no alcanzan a cubrir los requerimientos para la producción de leche, lo que genera una movilización de las reservas corporales, que conduce a afectar los parámetros productivos y reproductivos de los animales. Con el propósito de incrementar el consumo de energía, se realiza generalmente una suplementación con granos de cereales (BARGO *et al.*, 2003; SCHROEDER *et al.*, 2004). Sin embargo, incremento en la proporción de granos en la alimentación puede ocasionar problemas asociados, como la acidosis ruminal, reducción en la digestibilidad de la fibra, alteraciones en las relaciones de los ácidos grasos volátiles acético/propiónico y disminución en el contenido graso de la leche (BAUMAN y GRIINARI, 2001).

Para acrecentar el consumo de energía de las vacas en producción, se puede realizar la suplementación con grasas protegidas ya que pueden ser una buena posibilidad, al ser grasas inertes a nivel ruminal (SCHROEDER *et al.*, 2004; GANGLIOSTRO y SCHOEDER, 2007) teniendo en cuenta que no afectan la digestión de la fibra, la proporción de los ácidos grasos volátiles y la eficiencia de la multiplicación microbiana, pero si pueden realizar ajustes en la composición de la grasa de la leche y en los diferentes depósitos adiposos a nivel de la canal del animal, dado que logran pasar a la leche o se depositan a nivel corporal (JENKINS y BRIDGES, 2007). BILBY *et al.* (2006) realizaron una investigación con ácidos grasos esenciales, siendo los más relevantes para ese estudio, el ácido linoleico (omega 6), y linolénico, EPA y DHA (omega 3), estos, poseen efectos directos sobre los procesos fisiológicos; Siendo beneficioso para la reproducción, mejorando la actividad ovárica por incremento de precursores para la síntesis de hormonas reproductivas como los esteroides y prostaglandinas. Por ésta razón su importancia para la salud uterina, acompañada finalmente por ovulaciones más tempranas.

Actualmente, hay disponible en el mercado diversas formas comerciales de grasas protegidas, las cuales no garantizan el porcentaje de degradación en el rumen. También, existen en la red información de varias patentes sobre la fabricación de grasas protegidas como las consideradas por (HUANG *et al.* 2014; YINGTING *et al.* 2010; MORGAN y BLAGDON, 2005). Sin embargo, es necesario estudiar más a fondo el verdadero efecto de las grasas protegidas sobre los parámetros productivos en ganadería y así mismo hacer una evaluación económica de las mismas, ya que la mayor parte de los trabajos publicados no contempla ese aspecto. De esta manera, el objetivo de esta revisión fue describir los aspectos generales y la importancia de las grasas protegidas en la alimentación de rumiantes y revisar algunos aspectos sobre su procesamiento y obtención.

Grasas protegidas

Las grasas protegidas son una fuente de ácidos grasos insaturados, principalmente de los ácidos grasos linoléico y linolénico protegidos, que al ser consumidos por el rumiante no son degradados por los microorganismos del rumen, teniendo una utilización total por el animal. Los ácidos grasos insaturados, presentes en la dieta, principalmente en los productos oleaginosos, por ejemplo, en la soya y en el algodón, son convertidos en el rumen en ácido esteárico, que no son bien digeridos por el animal. Los ácidos grasos de la grasa protegida no afectan los parámetros del ambiente ruminal ni la degradación ruminal del forraje. Éstos pasan intactos por el rumen y llegan para ser metabolizados en el intestino, donde tiene mejor aprovechamiento de sus características particulares (GAGLIOSTRO y SCHROEDER, 2007).

DUQUE *et al.* (2013) informan que el beneficio de la utilización de grasa protegida (jabones cálcicos) de los ácidos linoleico y linolénico, es que son clasificados como los ácidos grasos esenciales (EFA) o sea, ácidos que el organismo requiere, porque no tiene la capacidad de sintetizar las cantidades necesarias, y su obtención para la alimentación es difícil.

Por otra parte los jabones cálcicos de ácidos grasos de aceite de palma se constituyen en un

medio de grasa protegida en la elaboración de raciones para rumiantes. Son una combinación de ácidos grasos y calcio que se encuentran unidos entre sí para formar una sal, cuyo punto de fusión está por encima de 50°C y su solubilidad a pH inferior a 5,5. De acuerdo con (SANZ *et al.*, 2002), las principales características de los jabones de calcio son: a. No afectan el metabolismo ruminal, b. Son insolubles en el rumen, c. Resisten la acción enzimática de los microorganismos, d. No afectan la digestión de la fibra, e. Una vez que llegan al abomaso son hidrolizados y los ácidos grasos y el calcio libre son absorbidos en el intestino.

Obtención de las grasas protegidas

Para obtener grasas hidrogenadas, se saturan parcialmente los dobles enlaces con átomos de hidrógeno, para incrementar su punto de fusión y hacerlas insolubles y disminuir su actividad en el rumen; la digestibilidad en el duodeno se reduce al ser grasas parcialmente saturadas y debido a este aspecto su inclusión en las dietas para vacas lecheras debe ser reducida (MATEOS *et al.*, 2006). Las sales de calcio de los ácidos grasos, se consiguen por saponificación, donde los ácidos grasos (AG) libres se unen con iones de Ca formando una sal o jabón, razón por la cual son también llamados jabones de Ca, estos compuestos presentan un punto de fusión alto, en el abomaso presenta un pH de 2 a 2.5 el cual le permite a esta sal disociarse liberando las moléculas de AG y el Ca para que sean digeridos en el intestino (SALVADOR *et al.*, 2009).

Según MATEOS *et al.* (1996) la saponificación es una reacción química entre un ácido graso (o un lípido saponificable, portador de residuos de ácidos grasos) y una base o alcalino, en la que se produce como principal producto la sal de dicho ácido; por ejemplo, los jabones son sales de ácidos grasos y metales alcalinos que se obtienen mediante este proceso. Las bases o alcalinos pueden ser sales de sodio o potasio (GONZÁLEZ, 2001).

BOMBÓN (2014) indica que la saponificación es la hidrólisis alcalina de glicéridos la cual produce sales de ácidos carboxílicos (jabón) y glicerol. Cuando el aceite o grasa es saponificado con hidróxido de sodio, la reacción de saponificación es como se muestra a continuación (Figure1):

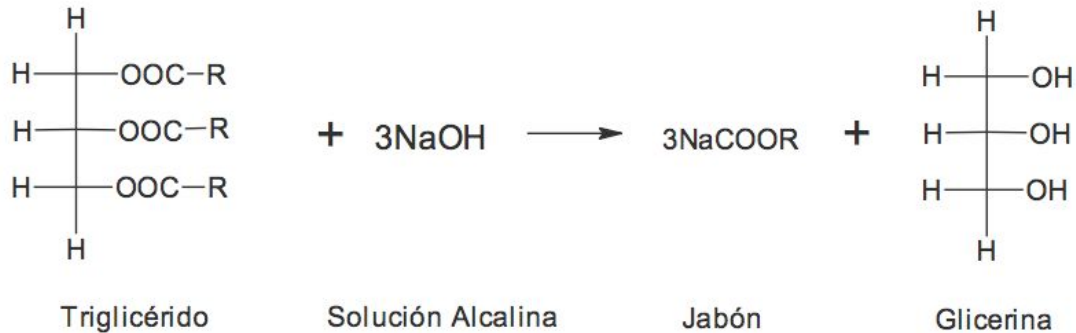


Figura 1. Reacción de saponificación (BOMBÓN, 2014)

Para que la reacción de saponificación se efectúe de manera completa es necesario conocer el índice de saponificación del aceite o grasa debido a que si en la reacción hay un exceso de hidróxido de sodio, el producto resultante será una masa cáustica inservible; mientras que si por el contrario, la cantidad de sosa es insuficiente, el producto resultante será una mezcla grumosa de aceites, que en nada se parecerá al jabón (BOMBÓN, 2014).

PRIMO (1995) informa que el índice de saponificación (IS) es un dato específico de cada una de las grasas y aceites naturales. Es el número de mg de KOH que se consumen en la saponificación de 1 g de grasa. Para determinar el IS se saponifica una cantidad conocida de grasa, con un volumen medio de KOH alcohólica valorada; terminada la reacción se valora el exceso no consumido de KOH contra $\text{SO}_4\text{H}_2\text{N}/10$. De la diferencia se deduce el IS.

CODONY *et al.* (2010) presentan un registro de los valores característicos del índice de saponificación para aceites y grasas comunes (Tabla 1).

Tabla 1. Valores característicos del índice de saponificación para aceites y grasas comunes (CODONY *et al.*, 2010)

Materia Prima	Índice de saponificación
Oliva	184 - 196
Soya	188 - 195
Girasol	188 - 193
Cacahuete	186 - 196
Colza	170 - 180
Maíz	187 - 193
Cacao	192 - 200
Coco	250 - 254
Palma	195 - 205
Sebo	192 - 198
Manteca	190 - 202
Sardina	185 - 184

PÉREZ (2007) propone un procedimiento de fabricaciones de jabones cálcicos para la alimentación animal. El invento corresponde a un proceso para fabricar jabones cálcicos por saponificación de grasas y/o aceites naturales con CaO, con calentamiento y sometiendo a presión reducida la masa de reacción, mediante este procedimiento se logran jabones cálcicos que, sin necesidad de ningún proceso posterior de lavado o concentración, alcanzan contenidos de ácidos grasos superiores al 80%, dicho contenido elevado de ácidos grasos les hace especialmente indicados para formar parte de piensos en alimentación animal.

YUBAILLE (2013) evaluando tres métodos de saponificación de grasas destinadas a la alimentación de vacas lecheras presenta los diagramas de flujo para la elaboración de jabón empleando hidróxido de sodio (NaOH), Hidróxido de potasio (KOH), hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) para sebo ovino (SO) y para residuo de aceite de palma (RAP). El procedimiento seguido para SO es: El sebo ovino se recoge, se congela a -18°C , para facilitar su troceado, luego se analiza la composición bromatológica para posteriormente diluirlo a baño maría a 92°C por 2 h y a 121°C por 1 h con la finalidad de medir el porcentaje de sebo diluido y porcentaje de residuos adiposos. La materia prima tratada con el mejor procedimiento de extracción, es sometida a los procesos de saponificación previamente definidos.

El procedimiento seguido para RAP es el siguiente: Los RAP se envían para análisis bromatológicos al laboratorio con la finalidad de

conocer la cantidad de grasa presente en ellos, estos análisis preliminares de saponificación con RAP permiten definir que la cantidad de agua presente en estos residuos impide la saponificación de la grasa, razón por la cual se debe filtrar dichos residuos por 24 horas, posteriormente el material filtrado se homogeniza completamente y se toma una muestra para llevar al laboratorio, con la finalidad de conocer si la cantidad de agua eliminada ha influido en la composición bromatológica de RAP, esta agua obtenida por el proceso de filtración es analizada en el laboratorio.

YUBAILLE (2013) encontró en su estudio que el perfil de Ácidos Grasos (AG) mostró mayor concentración de insaturados en RAP (50,7%) y menor en SO (39,84%), el perfil de AG de la materia prima Sebo SO mostró mayor concentración de los ácidos saturados (esteárico y palmítico); y en la materia prima de

RAP predominaron los insaturados (oleico, linoleico y linolénico), por lo tanto el autor concluyó que los jabones de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fueron los más rentables, de mayor consistencia y mejor protegidos frente a la degradación ruminal, por lo que se recomendó profundizar el estudio de la solubilidad (in vitro) e (in vivo) y luego probar los efectos nutricionales y reproductivos sobre vacas lecheras, el mejor tratamiento térmico para la extracción de grasas a partir de las porciones de SO fue de $121\text{ }^\circ\text{C}$. Los jabones obtenidos a partir de SO, mostraron valores porcentuales más altos de grasa en relación, a los jabones RAP; lo cual podría implicar un mayor aporte energético de los jabones SO.

En las Figuras 2 y 3 se presentan los flujos de procesos seguidos para la obtención de jabones SO (Sebo ovino) utilizando hidróxido de sodio (NaOH), Hidróxido de potasio (KOH), e hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) respectivamente.

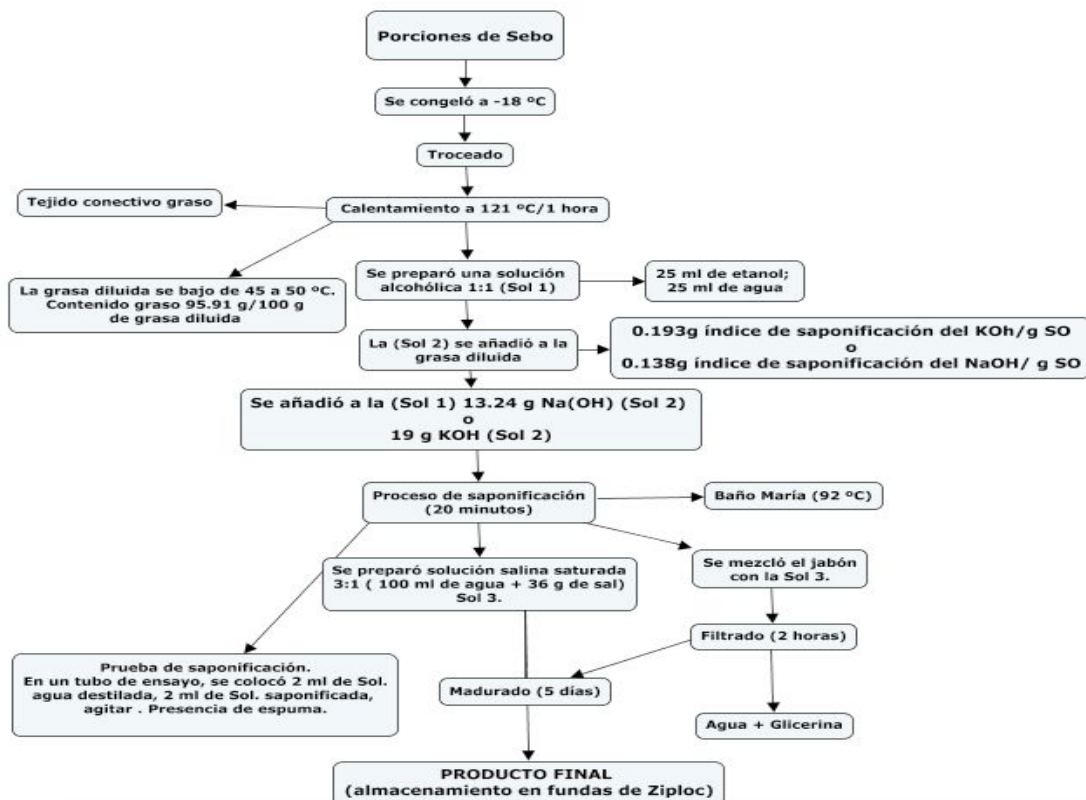


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de jabón de SO empleando NaOH o KOH (YUBAILLE, 2013).

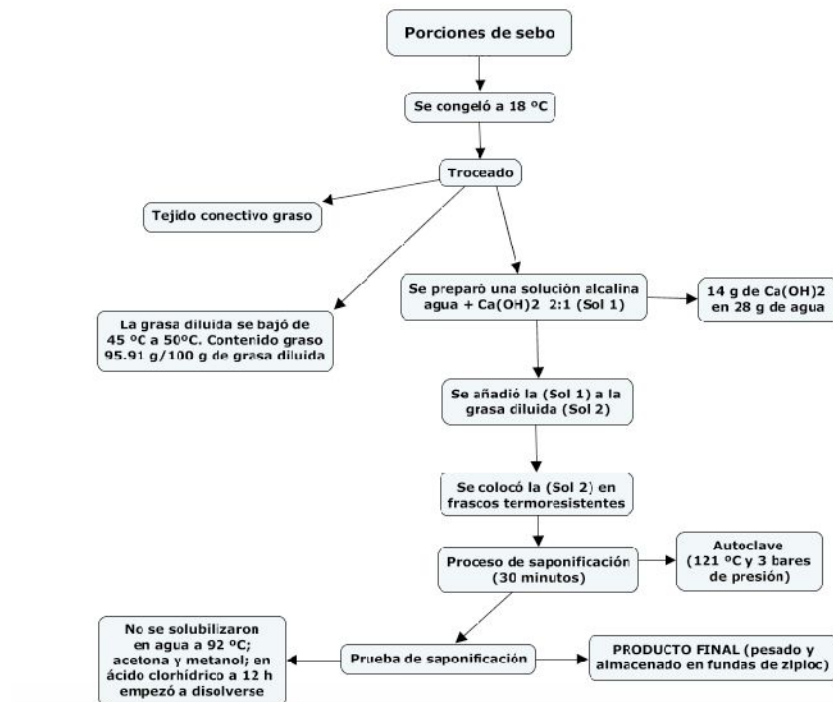


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de jabón de SO empleando $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (YUBAILLE, 2013)

En las Figs. 4 y 5 se presentan los flujos de proceso para la obtención de jabones RAP (Residuo de aceite de palma) utilizando hidróxido de sodio (NaOH), Hidróxido de potasio (KOH), e hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) respectivamente.

Esta descripción de los flujogramas de la producción de grasa sobrepasante se hace con el propósito de colocar a disposición los procesos que se pueden implementar para realizar nuevas investigaciones de aprovechamiento de la grasa sobrepasante en la alimentación de rumiantes en el trópico, y estimular a la comunidad académica y científica una tecnología aplicable y posible en nuestro entorno.

Un estudio realizado por Proaño *et al.* (2015), evaluando la saponificación de dos materias primas grasas, siendo una de origen animal, como el sebo ovino y una de residuos de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*), a través del uso de compuestos químicos de protección a la degradación ruminal, como hidróxido de sodio, potasio y calcio, encontraron un aumento en el contenido de materia seca para los jabones de residuos de aceite de palma tratados con calcio,

sodio y potasio, con valores de 92,98%, 86,25% y 84,21%, comparados con los jabones de sebo ovino que tuvieron materias secas de 82,89%, 81,16% y 79,38% respectivamente ($P \leq 0001$), igualmente, para cenizas hubo una diferencia significativa para los jabones de residuos de aceite de palma, siendo estos niveles entorno de 17,67%, 17,38%, 23,92% comparado con los jabones de sebo ovino, que fueron bajos, con niveles del 12,13%, 7,74% y 9,92% ($P \leq 0001$). Por otra parte, las concentraciones de proteína (con ambas fuentes de grasa), fueron significativas ($<0,0002$), encontrando mayor concentración en los jabones de sebo ovino a base de hidróxido de sodio y potasio, siendo estos valores de 3,10% y 3,68% respectivamente y que comparados con los jabones de residuos de aceite de palma con las diferentes sales antes mencionadas, fueron del 2,44% 3,37% respectivamente ($P \leq 0001$) y por ultimo las concentraciones de grasa fueron superiores para sebo ovino, con resultados del 85,98% con sales de calcio, 89,13% con hidróxido de sodio y 86,38% para sales de potasio, contrario, a los residuos de aceite de palma, que obtuvieron resultados del , 78,67%, 74,91% y 68,36%, en su orden de comparación. La saponificación con hidróxido de calcio actuó de manera óptima

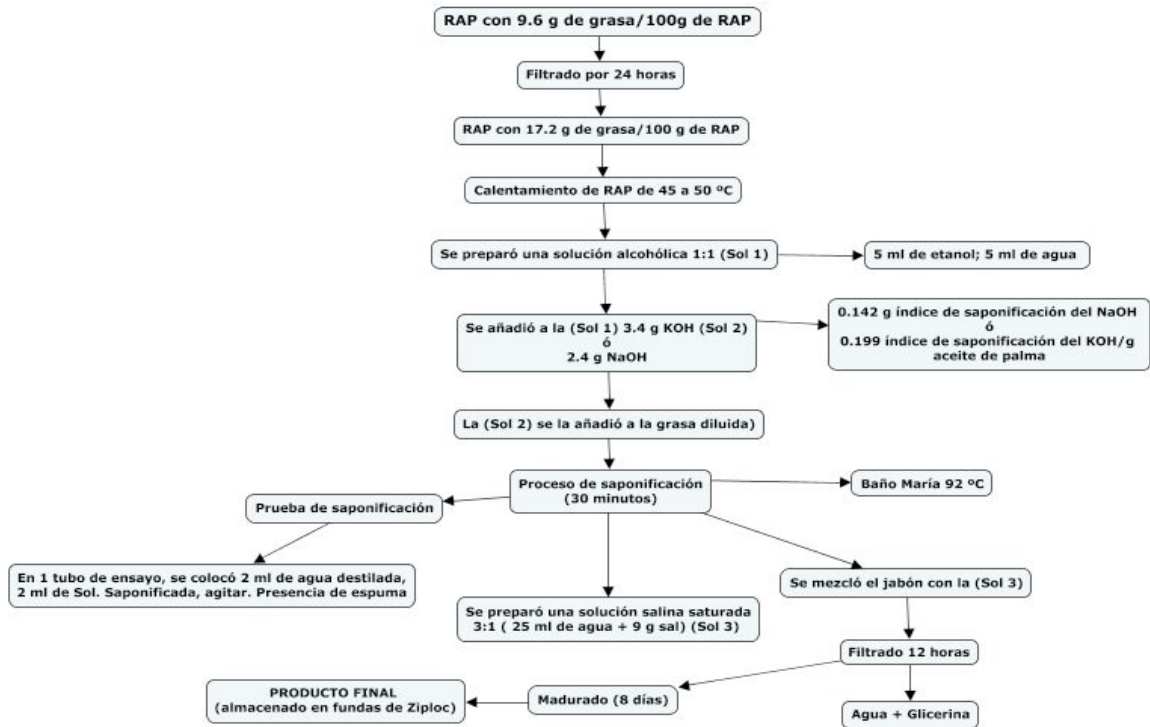


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de RAP empleando NaOH o KOH (YUBAILLE, 2013)

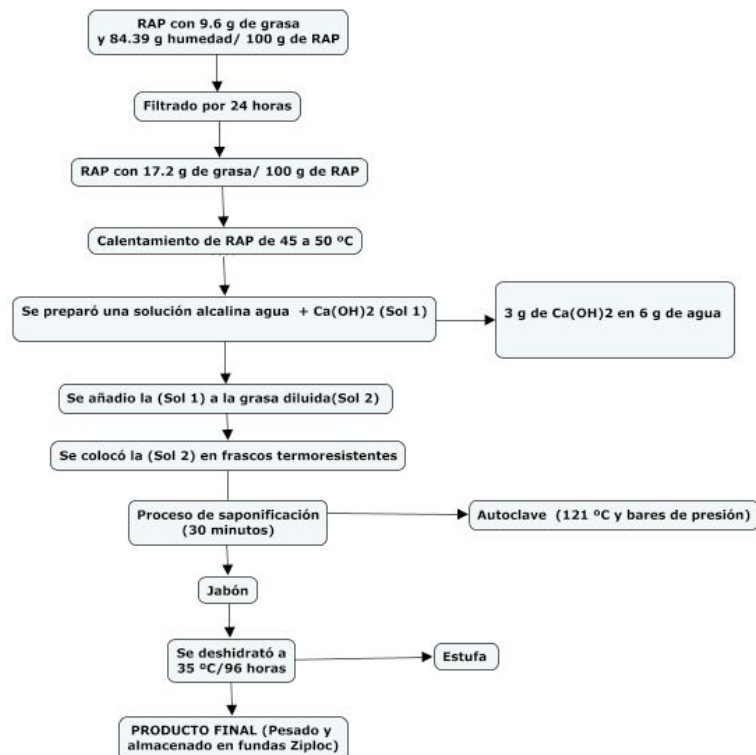


Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de RAP empleando Ca(OH)_2 (YUBAILLE, 2013).

en la consistencia de los jabones de residuos de aceite de palma y sebo ovino, por lo tanto el beneficio-costo indicó valores más altos (1.25 USD) en los jabones de residuos de aceite de palma protegidos con calcio; los autores concluyen que los métodos de saponificación estudiados (hidróxido de sodio, potasio y calcio) permitieron una adecuada concentración de nutrientes en los jabones obtenidos, alto aporte de grasa en sebo ovino, dureza adecuada en los jabones de calcio, aceptables niveles de solubilidad *in vitro* y alta rentabilidad para jabones de calcio.

Resultados de suplementación con grasa sobrepasante en bovinos

El elevado desempeño genético de bovinos en producción de leche y carne, requiere de mayores exigencias nutricionales, que no pueden ser suplidas con una dieta a base de forraje, siendo muchas veces una limitante nutricional la fuente energética, por lo tanto el uso de grasas sobrepasantes surge como una alternativa potencialmente viable para aliviar esta deficiencia en la alimentación; siendo foco de muchos trabajos de investigación.

MÉNDEZ (2013) llevó a cabo un trabajo con vacas primíparas de la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey y sus cruces evaluando dietas con grasa 0,3 Kg y sin grasa sobrepasante, reportando un incremento en la producción de 2,84 litros/vaca/día, y una rentabilidad de 0,22 centavos de dólar, en los animales suplementados; por otro lado (DUQUE *et al.*, 2013) evaluaron el efecto de la suplementación con grasa protegida conteniendo ácidos omega 3 y 6 sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca Holstein, la suplementación con omega 3 o 6 no afectó el contenido de ácidos grasos saturados ni insaturados, el total de ácidos grasos de la familia n-6 o de la n-3 se mantienen constantes, así como la relación O6/O3; sin embargo, la suplementación con omega 3 disminuye el ácido graso esteárico e incrementa otros como el transvaccénico y el ácido linoleico conjugado (CLA) importantes para la salud humana.

Una investigación realizada por ROMERO (2014) en vacas Jersey de segunda y tercera lactancia para evaluar el efecto de la suplementación con concentrado comercial 1 kg y concentrados

elaborados a los cuales se le añadía 0,1 kg de dos tipos de grasas sobrepasantes (jabones de calcio de residuos de aceite de palma y sebo ovino), determinándose el mayor peso final, mejor condición corporal y los mejores rendimientos en producción de leche (14%) y mayor contenido de grasa en la leche al utilizar concentrado elaborado con el uso de jabón de calcio con residuos de aceite de palma; así como también menor intervalo parto - primer servicio, menor número de servicios/concepción y mayor peso de las crías, al aplicar el mismo tratamiento (Tabla 2, 3, 4 y 5).

En un estudio realizado por JAEGER *et al.* (2004), evaluando el rendimiento y las características de las canales de cuatro grupos genéticos de bovinos, siendo alimentados con dietas con y sin adición de grasas protegidas, solo obtuvo resultados en aumento de área de ojo de lomo, no encontrando diferencias en las otras características de la carcasa. Por otro lado (MCCARTOR y SMITH, 1978) en su investigación con novillos F1 (Brahman x Hereford) en pastoreo,

Tabla 2. Formulación de ración suplemento alimenticio Romero (2014)

Materia prima	Comercial	Sebo Ovino	R.A. Palma
Maíz	300	300	300
Polvillo de arroz	200	200	200
Torta de palmiste	150	150	150
H. de soya 47% proteína	145	143	143
Afrecho de trigo	132	134	135
Graseto	27	0	0
Sebo ovino	0	31	0
RAP	0	0	33
Carbonato de calcio	22	18	15
Melaza caña	20	20	20
Sal	2.8	2.8	2.8
Sal mineral	2.2	2.2	2.2
Total	1000.8	1000.8	1000.8
Proteína, %	16	16	16
Energía, Kcal/kg	1,75	1,75	1,75
Costo/Kg US\$	0.543	0.568	0.538

Tabla 3 Evaluación del uso de grasas sobrepasantes, sobre el peso corporal en vacas Jersey ROMERO (2014)

Características productivas	Tratamientos				EE	Prob.
	CONTROL	GE	RAP	SO		
Peso inicial, Kg	420,3	419,6	421,0	419,3	2,9	0,978
Peso post parto, Kg	376,9c	385,3b	391,3a	384,3	1,8	0,002
DPP ⁽¹⁾ Kg	44,3	34,3	29,6	35,0	3,8	0,122
Peso de la cría, Kg	23,56c	24,56bc	26,24a	25,43ab	0,49	0,0234
DPP-PC ⁽²⁾ , Kg	20,8	9,8	9,6	3,43	3,94	0,075
Peso a 90 días posparto, Kg	355,0b	360,6a	363,3a	361,3a	1,04	0,0026

(1)DPP = Diferencia de peso al parto. Resulta del peso inicial de la vacas al 8^{vo} mes de gestación, menos el peso al parto. (2)DPP-PC= Diferencia de peso al parto menos el peso de la cría.

CONTROL: Sin suplemento. GE: Concentrado comercial a base de GrasettoEnergy. RAP: Concentrado comercial a base de Residuo de Aceite de palma. SO: Concentrado comercial a base de Sebo de Ovino.

Letras iguales no difieren estadísticamente. Waller Duncan ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$). EE: Error estándar.

Tabla 4 Evaluación del uso de grasas sobrepasantes, sobre la producción de leche en vacas Jersey ROMERO (2014)

Características productivas	Tratamientos				EE	Prob.
	CONTROL	GE	RAP	SO		
Producción total de leche en 90 días, Kg	1123,67d	1333,67b	1522,67b	1184,00c	18,84	0,0001
Producción de leche/vaca/día, Kg	12,50d	14,83b	16,93a	13,17c	0,212	0,0001
Costo/Kg de leche, USD	0,17d	0,22b	0,19c	0,25a	0,001	0,0001

CONTROL: Sin suplemento. GE: Concentrado comercial a base de GrasettoEnergy. RAP: Concentrado comercial a base de Residuo de Aceite de palma. SO: Concentrado comercial a base de Sebo de Ovino.

Letras iguales no difieren estadísticamente. Waller Duncan ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$). EE: Error estándar.

Tabla 5 Evaluación del uso de grasas sobrepasantes, sobre las características reproductivas de vacas Jersey ROMERO (2014)

Características productivas	Tratamientos				EE	Prob.
	CONTROL	GE	RAP	SO		
Intervalo parto primer servicio, días	55,67a	51,00a	34,33b	51,00a	1,62	0,0001
Número de servicios/concepción	1,67a	1,33a	1,00a	1,67a	0,29	0,3630

CONTROL: Sin suplemento. GE: Concentrado comercial a base de GrasettoEnergy. RAP: Concentrado comercial a base de Residuo de Aceite de palma. SO: Concentrado comercial a base de Sebo de Ovino.

Letras iguales no difieren estadísticamente. Waller Duncan ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$). EE: Error estándar.

suplementados con dos fuentes energéticas, una convencional y otra utilizando grasas protegidas, los autores obtuvieron resultados positivos con los animales suplementados con grasas protegidas, obteniendo mayor ganancia de peso, ligado a menor consumo e mayor deposición de grasa muscular, siendo la carne más tierna. Tendencia similar en los resultados encontró (PUTRINO *et al.*, 2006) en un experimento realizado en novillos Nelore alimentados con grano de maíz húmedo y 4% de grasas protegidas, no encontrando alteración en la composición corporal, pero si observaron aumento en la ganancia de peso de las carcasas, así como, aumento en el porcentaje

de ácidos grasos poliinsaturados e inclusión de omega 6 en la carne. Al contrario CATTELAM *et al.* (2009) estudiando las canales de novillos confinados y sometidos a diferentes tipos de grasas en la dieta, no encontraron diferencias en las características de las carcasas, excepto los animales alimentados con dietas con inclusión de 6% de sales de ácidos grasos, observaron un aumento en la deposición de grasa subcutánea.

Existe gran variabilidad de resultados con el uso de grasas protegidas en la alimentación animal, algunos positivos y otros poco alentadores, siendo un ejemplo de ello, el trabajo realizado por

PÉREZ (2011) con terneros de la raza Blonde d' Aquitaine, comparando tres tratamientos: Control (4% de aceite de palma hidrogenado), Oliva (4,8% de jabón cálcico de aceite de oliva), Soja (4% de aceite de soja), los cuales fueron formulados e incluidos dentro del concentrado, de manera a que fueran isoproteicos e isoenergéticos para todos los tratamientos, sin encontrar diferencias estadísticas en los rendimientos productivos, rendimiento en canal, conformación, grado de engrasamiento y pH final.

Un experimento realizado por SUTTER *et al.* (2000) en toretes pardo suizo, alimentados con diferentes tipos de semillas oleaginosas, aceite de coco y grasas protegidas, observaron un pequeño efecto sobre la calidad de la carne de los animales alimentados con grasas protegidas.

Resultados de suplementación con grasa sobrepasante en ovinos

La producción ovina en sistemas tropicales, generalmente son desarrolladas en sistemas totalmente a pasto, donde la oferta de energía no atiende las exigencias del animal y por lo tanto este necesita consumir grandes cantidades de alimento, tornándose generalmente imposible, debido a los altos niveles de fibra en detergente neutro (FDN) que contienen estas gramíneas, siendo este un componente regulador del consumo; además existen otros factores que limitan el consumo de alimentos, que son los inherentes al animal, como el estado de gestación y el periodo posparto, en el cual el crecimiento fetal y la involución uterina respectivamente, afectan negativamente el tamaño del rumen, interfiriendo con la capacidad de ingestión de materia seca, lo que conlleva a pérdidas de condición corporal y consecuentemente disminución de la capacidad reproductiva y productiva de los animales. Con el propósito de resolver ese tipo de problemas mencionados anteriormente, muchos investigadores centran sus estudios en explorar estrategias de alimentación con el uso de grasas sobrepasantes, utilizando diferentes tipos de grasas y diferentes niveles de inclusión en la dieta.

Un estudio realizado por CASALS (1992), con ovejas de raza Manchega en lactación, evaluó los efectos sobre la producción y composición de la

leche a diferentes niveles de inclusión de jabón cálcico (0, 5, 10, 15 y 20%) en el concentrado, observando en el lote de 10%, una tendencia sin ser significativa, en el aumento de producción de leche de + 9,6% en relación al control, igualmente para los animales con 5% de inclusión de jabón cálcico, hubo un aumento del 11% en la producción de leche, sin embargo estas tendencias no fueron representativas, para justificar el uso de estos compuestos en la suplementación, además el autor llegó a la conclusión que niveles del 20% de jabones cálcicos en el concentrado no afectaron la producción de leche. De igual manera Martins *et al.* (2009) evaluando el efecto de una grasa protegida en la dieta de ovinos Bergamacia sobre la composición y producción de leche y dinámica de peso, probando dos dietas, un control y una con grasa protegida a razón de 35 g/día por animal adicionada al concentrado, encontraron una mayor producción de leche media por día posterior al destete de los corderos (45 días) para los animales suplementados con grasa protegida (0,531 vs 0,489 kg/animal/día), sin embargo la producción de leche diaria durante todo el periodo de lactación no fue significativa (0,468 vs 0,453 kg/animal/día).

A nivel de producción cárnica, tanto en desempeño como en calidad, se han realizado diversos estudios, con resultados satisfactorios para características deseables como ganancia de peso y rendimiento en carcasa, ejemplo de esto, es un experimento realizado por PAIVA (2010) con corderos Santa Inés determinando la influencia de dietas con inclusión de grasa protegida y vitamina E sobre el desempeño, rendimiento y características de carcasa, para tal estudio, fueron considerados dos pesos iniciales para confinamiento, siendo 20 a 25 Kg y entre 30 a 35 kg, encontrando una reducción en el consumo de materia seca y consecuente aumento en el consumo de extracto etéreo, así como también, mejores rendimientos de carcasa fría para los corderos de mayor peso.

GARCÍA *et al.* (2010) evaluaron la adición de granos de soja y grasa protegida en la alimentación de corderos Santa Inés confinados, observando que el rendimiento de la carcasa fue mejor para los animales que recibieron la dieta conteniendo la grasa protegida en relación a los que recibieron el grano de soja como fuente

de grasa, en otro experimento conducido por MENDES *et al.*, (2011) evaluaron el desempeño y las características de las carcasas y la calidad de la carne de corderos raza Santa Inés, en confinamiento, los cuales fueron alimentados con concentrados compuestos por harina de soya, maíz, salvado de trigo, urea, núcleo mineral, grano de soya o grasa protegida, además del grupo control, los animales que recibieron la grasa protegida presentaron la mayor ganancia de peso (0.24 kg/día), las dietas conteniendo grano de soya y grasa protegida proporcionan una mejor conversión alimentaria (4,8 vs 4,06 respectivamente), en cuanto a características en la carcasa y calidad de la carne, los animales alimentados con grano de soya y grasa protegida no presentaron diferencias significativas.

PEREIRA (2011) midiendo la inclusión de niveles crecientes de grasa protegida (GP) en la dieta de corderos mestizos Suffolk sobre el desempeño y características de la carcasa y costos de la fase de terminación, evaluaron tres dietas, dieta control 0% (GP), y dietas conteniendo 4,2% y 5,8% GP, La ganancia de peso corporal fue en promedio 39,4% mayor en los tratamientos 0% (274 g/día) y 4,2% (292 g/día) comparados con el tratamiento con 5,8% GP (203 g/día); los corderos que recibieron la adición de 4,2% GP presentaron los mayores pesos de carcasa, explicado por el desarrollo más precoz. Datos similares encontró (MARQUES, 2013) estudiando las características de la carcasa y la carne de corderos mestizos Suffolk alimentados con niveles crecientes de grasa protegida (0- 4,2 - 5,8%).

Resultados de suplementación con grasa sobrepasante en caprinos

SALVADOR *et al.* (2009) realizaron un estudio con cabras mestizas canarias alimentadas con heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) y suplementadas con 80 g/d de grasa sobrepasante en polvo, se observó una tendencia del efecto del tratamiento a favor de las cabras que consumieron grasa sobrepasante, sus lactancias duraron un promedio de 43,8 días adicionales, con una producción adicional de leche del 29,4%, presentando un 41% y 32% más de grasa y proteína en la leche por lactancia respectivamente, contrario a los resultados anteriores, (DA SILVA *et al.*, 2007) trabajaron con cuatro dietas, una sin suplementación lipídica y tres dietas con

diferentes suplementos lipídicos, seleccionados de acuerdo con el grado de protección ruminal: aceite de soja (OS) no protegida; sales de calcio de ácidos grasos de cadena larga (SC) protegida y grano de soja (GS) parcialmente protegida, en cabras lactantes de 28 días de producción, con una media de leche de $2,6 \pm 0,52$ kg/día, donde los tratamientos SC y GS disminuyeron las producciones de leche y los constituyentes de la leche (grasa y proteína).

MOLINA *et al.* (2015) evaluaron la inclusión de grasa protegida (SCAG - sales de calcio de ácidos grasos) en dietas de cabras Saanen en lactación, sobre la producción y composición de la leche, siendo el nivel de inclusión de SCAG en la dieta de 6,25; 12,50; 18,75 y 25 g de SCAG por kg de materia seca (g/kg MS) y una dieta control sin adición de SCAG; los autores no encontraron diferencias en la producción de los componentes de la leche, sin embargo hubo una reducción lineal de 0,87 g de proteína por kg de leche para cada 1% de inclusión de SCAG en la dieta, así como también encontraron un aumento en la concentración de ácido linoleico (18:3n-3) en la leche, aunado a esto los autores recomiendan la adición de estas grasas protegidas en la dieta de cabras en lactación, en hasta unos 25 g/kg MS sin interferir en ingestión de materia seca y producción de leche. Sin embargo algunos investigadores aseveran que la adición de grasas en las dietas pueden afectar negativamente el consumo de materia seca, algunos factores con acción potencial incluyen efectos sobre el consumo, palatabilidad de las dietas, efectos sobre la motilidad ruminal e intestinal, liberación de hormonas intestinales y la oxidación de los lípidos por el hígado (SALLA *et al.*, 2003).

Conclusiones

Los requerimientos del mercado por calidad en los productos de origen animal, exige al productor una inversión en animales mejorados genéticamente, que a su vez para expresar su potencial genético en producción de leche y carne de calidad, demandan mayor cantidad de nutrientes, entre los cuales uno de los más importantes y de limitada disponibilidad es la energía, por lo tanto, la suplementación con grasa sobrepasante surge como alternativa para corregir esas deficiencias energéticas, influenciando positivamente sobre la producción de leche tanto en bovinos, ovinos y caprinos, al igual que en la producción de carne

mejorando el rendimiento en carcasa y en ovinos mejorando la calidad de la carne en relación al perfil de ácidos grasos insaturados, indicando una carne más saludable.

La técnica de saponificación es una herramienta tecnológica de aplicación para la producción de grasas saponificadas para uso en nutrición animal, sin embargo falta mucho por estudiar, sobre la utilización de estas grasas sobrepasantes en la dieta, pues se sabe que la alimentación de

los animales con estas grasas saponificadas, consigue modificar el tipo de ácidos grasos presentes en los productos de origen animal, siendo positiva la utilización en algunas situaciones como estrategias de suplementación, sin embargo cabe resaltar que el uso de estas grasas en altas proporciones de inclusión en la dieta pueden ocasionar cambios en el metabolismo del animal con efectos negativos en el desempeño de los animales.

Referencias

- ARENAS, F.; NOGUERA, R.; RESTREPO, L. 2010. Efecto de diferentes tipos de grasa en dietas para rumiantes sobre la cinética de degradación y fermentación de la materia seca in vitro. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 23:55 – 64.
- BAUMAN, D.; GRIINARI, J. 2001. Regulation and nutritional of milk fat: low-fat milk síndrome. *Livestock Production Science* 70:15 -29.
- BARGO, F.; MULLER, L.; KOLVER, E.; DELAHOY, J. 2003. Invited Review: Production and digestión of supplemented dairy cows in pasture. *Journal Dairy Science* 86:1-42.
- BILBY, T.; JENKINS, T.; STAPLES, C.; THATCHER, W. 2006. Pregnancy, Bovine Somatotropin, and Dietary n-3 Fatty Acids in Lactating Dairy Cows: III. Fatty Acid Distribution. *Journal Dairy Science* 89:3386–3399.
- BOMBÓN, N.A. 2014. *Diseño de una planta de saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho*. (Proyecto de grado Ingeniería Química). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- BERNDT, A.; ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. 2002. Importância da gordura na eficiência de produção, qualidade da carne e saúde do consumidor. In: Encontro nacional do novilho precoce, 7. Cuiabá. Anais... Cuiabá: [s. n.], 1 CD ROM.
- CASALS, R. 1992. Efectos de la utilización de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas de ordeño durante los periodos de lactación y cubrición. (Tesis Doctoral), Universitat Autònoma de Barcelona. [Citado 2016 – 07 -19]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5751/TRCC1de1.pdf;jsessionid=BFAC6951393F99117D61E67FF00EBF79.tdx1?sequence=1>
- CATTELAM, J.; MARTINI, A. P.; METZ, P. A.; WEISE, M. S.; MOURA, R. M.; PAULA, P. C.; PAXECO, R. F. 2009. Características da carcaça de novilhos confinados alimentados com diferentes fontes de gordura na dieta. Águas de Lindóia / SP – ZOOTEC.
- COSCIONI, A. C.; PEGORARO, L. M.; PIMENTEL, C. A. 2005. Diferentes níveis de gordura na dieta de vacas Jersey em lactação influenciam a resposta superovulatória. *Ciência Rural*, Santa Maria 35 (3) : 644-649.
- CODONY, R.; GUARDIOLA, F.; BOU, R.; TRES, A. 2010. Valoración analítica y nutricional de las grasas. XXVI curso de especialización FEDNA. Madrid. [Consultado 25 de mayo de 2015]. Disponible en: URL: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/53-10CAP_VII.pdf.

- CHURCH, D.C.; POND, W.D. 1999. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Limusa., México.
- DA SILVA, M.M.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.; SARMENTO, J.L.; DE QUEIROZ, A.C.; DASILVA, S.P. 2007. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes, *Revista Brasileira de Zootecnia* 36 (1):257-267.
- DUQUE, M.; NOGUERA, R.R.; GALLO, J.; OLIVERA, M. 2013. Efecto de la suplementación con grasa protegida conteniendo ácidos omega 6 y 3 sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca Holstein. *Livestock Research for Rural of Development* 25(4):12-28.
- DUQUE, M.; OLIVERA, M.; ROSERO, N. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana Ciencia Pecuaria* 24:74 – 82.
- GANGLIOSTRO, G.A.; SCHOEDER, G.F. 2007. Efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados sobre la digestión ruminal en vacas lecheras en pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15 (3):88 - 99.
- GERASSEV, L.C.; PÉREZ, J. R.; CARVALHO, P. A.; PEDREIRA, P.C.; ALMEIDA, T.R. 2006. Efeitos das restrições pré e pós-natal sobre o crescimento e desempenho de cordeiros Santa Inês do desmame ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35 (1):237-244.
- GARCÍA, I. F.; KATIANE DE A, A.; RODRIGUES, T.; JÚNIOR, I. L.; DO SACRAMENTO, J.; DE SOUZA, A. 2010. Características da carcaça e dos cortes de cordeiros Santa Inês alimentados com rações com diferentes proporções de volumoso e fontes de gordura. *Revista Brasileira de Zootecnia* (6):1322-1327.
- GONZALES, F.; BAS, F. 2001. *Las grasas protegidas como fuente energética en la alimentación de vacas lecheras*. Informe Agronomía y Forestal. Departamento de Zootecnia. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- HUANG, J.; SUN, L.; DING, W.; WANG, Y. (2014). Ruminant rumen bypass stable - equilibrium fat powder and preparation method thereof. CN 104222667 (A). [Consultado 2016 – 07 – 18]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?I1=15&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20141224&CC=CN&NR=104222667A&KC=A.
- JAEGER, S.M.; DUTRA, A.R.; PEREIRA, J.P. 2004. Características da Carcaça de Bovinos de Quatro Grupos Genéticos Submetidos a Dietas com ou sem Adição de Gordura Protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33 (6):1876-1887.
- JENKINS, T.; BRIDGES, W. 2007. Protection of fatty acids against ruminal biohydrogenation in cattle. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109:778–789.
- JOHNSON, R.; MCCLURE K. 1973. High Fat Rations for Ruminants II. Effects of Fat Added to Corn Plant Material Prior to Ensiling on Digestibility and Voluntary Intake of the Silage. *Journal Animal Science* 36:397-406.
- LALLO, F. H.; PRADO, I. N. 2004. Diferentes fontes de lipídeos na alimentação humana. In: PRADO, I. N. (Org.). *Conceitos sobre a produção com qualidade de carne e leite*. Maringá: EDUEM:9-34.
- MCCARTOR, M. M.; SMITH, G. C. 1978. Effect of protected lipids on feedlot performance and carcass characteristics of short-fed steers. *Journal Animal Science* 47:270-275.
- MARQUES, R. 2013. *Características de carcaça e da carne de cordeiros alimentados com gordura protegida*. (Mestre em Zootecnia). Universidade Federal Da Grande Dourados. Dourados – MS.

- MARTINS, R.; RAMOS, E.; DE MELO-STRADIOTO, M.; APARECIDA, S.; GONÇALVES, H. C. 2009. Desempenho de ovelhas da raça Bergamácia alimentadas com dieta contendo gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38 (9):1812-1818.
- MATEOS, G.G.; REBOLLAR, P.G.; MEDEL, P. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal : Grasas puras y mezclas. XII Curso de especialización FEDNA. Madrid. (Consultado 19 mayo 2015). Disponible en: URL: <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capitulol.pdf>.
- MENDES, A. R.; PREDIVELLI, M. A.; AMORIM, A. C.; VARGAS, F. M.; DE MORAES, A. B. 2011. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40 (8):1822-1829.
- MÉNDEZ, M. T. 2013. *Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada*. (Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- MOLINA, B.S. de L.; ALCALDE, C.R.; HYGINO, B.; SANTOS, S.M.; GOMES, C. L.; dos Santos, G.T. Inclusion of protected fat in diets on the milk production and composition of saanen goats. *Ciência e Agrotecnologia*, 39 (2):164-172. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542015000200008>
- MORGAN, R.; BLAGDON, P. (2005). Rumen bypass supplement. US6890548(B1). Espacenet Patent Research. [Consultado 2016 – 07 – 18]. Disponible en : https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?I1=57&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20050510&CC=US&NR=6890548B1&KC=B1
- PAIVA, A. (2010). *Desempenho de cordeiros Santa Inês recebendo dietas com inclusão de gordura protegida e vitamina E*. (Trabajo Magister Scientiae). Universidade Federal Dos Vales Do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina – Mina Gerais.
- PENNINGTON, J.A.; VANDEVENDER, K. 2004. *Heat stress in dairy cattle*. UACES, Publications.
- PEREIRA, L.F. 2011. *Níveis crescentes de gordura protegida na terminação de cordeiros em confinamento*. (Tesis Mestre em Zootecnia). Universidade Federal Da Grande Dourados. Dourados – MS.
- PÉREZ, E. (2007). Procedimientos de fabricación de jabones cálcicos para la alimentación animal. Patents. [Consultado 26 de mayo de 2015]. Disponible en: URL: <http://www.google.com/patents/WO2007077266A1?cl=es>.
- PÉREZ, B. 2011. *Suplementación de raciones para cebo intensivo de terneros con aceites vegetales: rendimientos productivos, calidad de la canal, de la grasa y de la carne*. (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid.
- PRIMO, E. 1995. *Química orgánica básica y aplicada : de la molécula a la industria*, 2. Reverte : 932.
- PROAÑO, F.; STUART, J.R.; CHONGO, B.; FLORES, L.; HERRERA, M.; MEDINA, Y.; SARDUY, L. 2015. Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 49 (1):35–39.
- PUTRINO, S. M.; LEME, P. R.; LUZ E SILVA, S. D.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D. P.; GROSSKLAUS, C. 2006. Exigência líquida de proteína e energia para ganho de peso de novilhos nelore alimentados com dietas contendo grão de milho úmido e Gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35 (1):301-308.

REYES, J.; HERNANDEZ, O.; RAMÍREZ, E.; GUERRERO, I.; ARANDA, G.; MENDOZA, G. 2010. Efecto de la suplementación con grasa protegida sobre la producción y calidad de carne de toretes mexicanos doble propósito. *Revista MVZ Córdoba*. 16 (1):2292 – 2301.

ROMERO M, D. 2014. Uso de grasas sobrepasantes sobre la producción y reproducción de vacas jersey en la hacienda la Virginia. (Trabajo de grado Ingeniero Zootecnista). Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. [Citado 2016 – 07 – 19]. Disponible en internet: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3770/1/17T1238%20ROMERO%20MOSTESDEOCA%2c%20DANNY%20RUBÉN.pdf>

SALLA, L.E.; FISCHER, V; FERREIRA, E.X. 2003. Comportamento Ingestivo de Vacas Jersey Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Fontes de Gordura nos Primeiros 100 Dias de Lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32 (3):683-689.

SANZ, M. R.; PÉREZ, L.; MARTÍN, J.J.; AMIGO, L.; BOZA, J. 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina goats: Part II. Milk production and composition. *Small Ruminant Research*. 43 (2):141–148.

SALVADOR, A.; ALVARADO, C.; CONTRERAS, I.; BETANCOURT, R.; GALLO, J.; CAIGUA, A. 2009. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia tropical* 27 (3):85–298.

SILVA, F. F.; VALADARES-Filho, S. C.; ÍTAVO, L. C.; VELOSO, C. M.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F.; CECON, P. R.; SILVA, P. A.; GALVÃO, R. M. 2002. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrintestinal e dos órgãos internos de novilhos nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31 (4): 1849-1864.

SILVA, M. M.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H. 2007. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36 (1):257-267.

SCHROEDER, G.F.; GAGLIOSTRO, G.A.; BARGO, F.; DELAHOY J.E.; MULLER, L.E. 2004. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows in pasture: a review. *Livestock Production Science* 86:1-18.

SERRANO M, H.; CALLE R, V. 2014. Lípidos : Características principales y su metabolismo. *Revista de actualización clínica* 41:2142 – 2145.

SUTTER, F.; CASUT, M. M.; OSSOWSKI, D. A. 2000. Comparative evaluation of rumen protected fat, coconut oil and various oil seeds supplemented to fattening bulls. 1. Effects on growth, carcass and meat quality. *Archives of Animal Nutrition* 53:1-23.

YINGTING, L.; LIHUA, W.; GUOQIANG, S.; ZHAO, J., FASHENG, Z.; ZHANQIANG, H.; JIUFENG, L. (2010). Protective fat of rumen bypass substance. CN 101912034(A). Espancet Patent Search. [Consultado 2016 – 7 - 18], Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?I=33&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20101215&CC=CN&NR=101912034A&KC=A

YUBAILLE, M. A. (2013). Evaluación de tres métodos de saponificación de grasas destinadas a la alimentación de vacas lecheras. (Trabajo de grado : Ingeniero en industrias pecuarias). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Riobamba, Ecuador. [Citado 2016 – 07 – 19]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2751/1/27T0213.pdf>

Notas sobre a biologia do minhocoçu *Rhinodrilus priollii* Righi 1967 em fragmento florestal urbano da amazônia central, Brasil

Notes about the biology of giant earthworm *Rhinodrilus priollii* Righi 1967 in urban forest fragment in the central amazonia, brazil

TAPIA-CORAL SANDRA^{1*} Ph.D, WALDEZ FABIANO² Ph.D.

¹Grupo de Pesquisa em Biologia, Ecologia e Função de Oligoquetas Terrestres (minhocas e enquitreídeos) Brasileiros. Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Laboratório de Biologia do IFAM Campus Tabatinga, Brasil.

INFORMACIÓN

Recibido: 12-03-2016;

Aceptado: 25-06-2016.

Correspondencia autor:
sctcoral@gmail.com

A maioria das minhocas terrestres (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) são animais essencialmente edáficos que habitam as camadas superficiais do solo, geralmente até uma profundidade de 50cm (BROWN e JAMES, 2007). Nos ecossistemas edáficos as minhocas desempenham importantes funções ecológicas, estando entre os principais componentes dos macroinvertebrados do solo (animais invertebrados visíveis ao olho nu) e pertencendo ao grupo denominado de “engenheiros do solo”, em conjunto com cupins (Isoptera) e formigas (Hymenoptera) (LAVELLE *et al.*, 1997). Essa denominação de “engenheiros” decorre desses animais produzirem no ambiente uma considerável quantidade de estruturas físicas que modificam a disponibilidade/acessibilidade de recursos para outros organismos (JONES *et al.*, 1994). As minhocas destacam-se pela capacidade de perfurar o solo e suas galerias criam novos nichos para outros organismos (LAVELLE *et al.*, 1997). A ocorrência das minhocas também aumenta a macroporosidade dos solos, contribuindo para a transformação da matéria orgânica e a mineralização de nutrientes utilizados pelas plantas (STORK e EGGLETON, 1992). As fezes das minhocas são ricas em nutrientes, aumentando, tanto a fertilidade, quanto a biomassa microbiana e a disponibilidade de nitrogênio nos solos (TAPIA-CORAL *et al.*, 2006).

O termo minhocoçu pela presença do aumentativo “açú” (*usu*) representa uma

palavra herdada da língua indígena Tupi, sendo utilizado para designar as minhocas de grande porte (NAVARRO, 2005). A listagem atual dos minhocoçus do Brasil inclui 53 espécies com tamanhos que variam entre 40 cm e 200 cm (BROWN e JAMES, 2007). Esses minhocoçus incluem duas espécies da família Ocnerodrilidae BEDDARD, 1891 e 51 espécies da família Glossoscolecidae MICHAELSEN 1900 (BROWN e JAMES, 2007). As minhocas gigantes têm distribuições restritas, ocorrendo em pequenas áreas geográficas (BROWN e JAMES, 2007). Diversas espécies de minhocoçus encontradas no Brasil têm uma distribuição endêmica e pouco se dispersam das regiões originárias (BROWN e JAMES, 2007; DRUMOND *et al.*, 2013). Essa distribuição restrita, associada ao fato dos minhocoçus não serem criados em vermicultivos, contribui para que espécies de minhocas gigantes sofram processos de extinção em decorrência das mudanças do uso do solo, provocadas pela agricultura e também, pela captura indiscriminada para abastecer o mercado de iscas de pesca (RIGHI e DE MARIA, 1998; BROWN e JAMES, 2007). Como no caso do minhocoçu *Rhinodrilus alatus* RIGHI 1971 da família Glossoscolecidae, uma espécie endêmica dos cerrados da região central de Minas Gerais no Brasil (DRUMOND *et al.*, 2013), que devido à destruição do seu hábitat e à intensa atividade de coleta para isca foi incluída na lista vermelha das espécies ameaçadas do Brasil, sob a categoria “em perigo de extinção” (RIGHI e DE MARIA, 1998).

Para a região de floresta Amazônica do Brasil, a maior paisagem natural do país que engloba cerca de 50% de sua área, apenas cerca de 15 espécies de minhocoços, todas da família Glossoscolecidae, foram descritas e distribuídas em cinco diferentes gêneros: *Andiorrhinus* COGNETTI 1908, *Chibui* RIGHI e GUERRA 1985, *Pontoscolex* SCHMARDA 1891, *Rhinodrilus* PERRIER 1872 e *Thamnodrilus* BEDDARD 1921 (BROWN e JAMES, 2007; CHRISTOFFERSEN, 2007). Para o estado do Amazonas, o maior estado do Brasil e todo delimitado na região amazônica, apenas cinco espécies de minhocoços foram registradas: *Rhinodrilus elisianae* RIGHI *et al.* 1976, *Rhinodrilus lakei* MICHAELSEN 1934, *Rhinodrilus lucilleae* RIGHI *et al.* 1976, *Rhinodrilus priollii* RIGHI 1967 e *Thamnodrilus salatheii* MICHAELSEN 1934 (BROWN e JAMES, 2007; CHRISTOFFERSEN, 2007). Uma vez que, relativamente poucas áreas da Amazônia brasileira foram amostradas quanto à diversidade de minhocas (BROWN e JAMES, 2007), torna-se evidente a necessidade de maiores estudos que enfoquem na biologia e no manejo dessas espécies na região.

Rhinodrilus priollii RIGHI 1967 é um minhocoço com ocorrência na Amazônia brasileira que foi descrito pelo pesquisador Dr. Gilberto Righi da Universidade de São Paulo, com base em um único exemplar de 48 cm procedente das proximidades da cidade de Manaus, no estado do Amazonas, Brasil (RIGHI, 1967). Após sua descrição, RÖMBKE *et al.* (1999) reportou exemplares de *R. priollii* nos arredores de Manaus em sistemas agroflorestais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Ocidental. Em outro estudo, LANG *et al.* (2012) encontraram populações de *R. priollii* em quatro diferentes localidades distantes até 70 km da cidade de Manaus: na fazenda experimental da Universidade Federal do Amazonas (02°38'44"S, 60°02'44.20"W), nas estações experimentais do Instituto Nacional de Pesquisas Amazônia (02°37'33"S, 60°02'39"W), em uma fazenda privada (02°54'33"S, 59°56'34"W) e no sítio descrito neste estudo. Para os 23 exemplares de *R. priollii* estudados por RÖMBKE *et al.* (1999) e LANG *et al.* (2012) foram apresentadas informações sobre a densidade, morfologia clitelar e uma filogenia desses exemplares com base em análise da enzima citocromo c oxidase. Contudo, informações sobre a distribuição e a biologia de *R. priollii* ainda são escassas para as florestas da cidade de Manaus, áreas ameaçadas pelo crescimento urbano. Neste estudo apresentamos

dados de biologia para uma população do minhocoço *Rhinodrilus priollii* encontrada em um fragmento florestal na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil.

A área de estudo, localiza-se na cidade de Manaus, que apesar de estar relativamente isolada em meio à floresta Amazônica do Brasil, representa um gigantesco núcleo urbano que supera os dois milhões de habitantes (BRASIL, 2016a). O fragmento florestal onde foi estudada a população do minhocoço *Rhinodrilus priollii* é uma unidade de conservação da categoria reserva particular do patrimônio natural (RPPN), o Centro de Projetos e Estudos Ambientais do Amazonas - CEPEAM (<http://cepeam.org.br/>), localizado na zona leste da cidade de Manaus (03°06'53"S, 59°54'17"W), o CEPEAM abriga um fragmento florestal de 55 hectares de floresta secundária com áreas de reflorestamento por espécies nativas, na margem esquerda do rio Negro, na área de encontro com o rio Solimões (Figura 1).



Figura 1. Localização do fragmento florestal onde foram coletados os minhocoços *Rhinodrilus priollii* RIGHI 1967, o Centro de Projetos e Estudos Ambientais do Amazonas (CEPEAM) (C), na cidade de Manaus-AM (B), na Amazônia central, Brasil (A). As imagens foram editadas da INTERNET www.google.com.br em 10/10/2015.

As coletas aconteceram no período chuvoso, entre março e abril de 2007, quando foram coletados 21 espécimes do minhocoçu *Rinodrilus priollii* (Glossoscolecidae) na área de floresta secundária do CEPEAM (Figura 2). *Vouches* dos minhocoçus coletados foram depositados na coleção de invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em Manaus-AM.

Os minhocoçus foram localizados nas áreas onde se observou grandes aglomerados de fezes (coprólitos) depositados na superfície do solo argiloso da floresta. As coletas ocorreram sempre após uma forte chuva que aparentemente inundou as galerias subterrâneas do solo, obrigando os minhocoçus a saírem para a superfície, onde foram capturados manualmente e colocados em recipientes com solo do local para transporte até o laboratório, onde se procedeu a análise e a identificação dos minhocoçus (Figura 2).

Uma grande sazonalidade no ciclo de vida foi descrita para outro minhocoçu desse gênero, *Rhinodrilus alatus* nos cerrados de Minas Gerais, caracterizada por um período de reprodução e forrageamento na estação chuvosa e um período de quiescência na estação seca onde o minhocoçu permanecia enrolado dentro de uma câmara subterrânea (DRUMOND *et al.*, 2013).

O comprimento médio dos *R. priollii* fixados (N= 21) foi 52 cm (DP± 11,82), variou entre 40cm e 75cm. Os exemplares vivos dessa minhoca gigante mediam até 150 cm de comprimento, aproximadamente o dobro do tamanho aferido nos espécimes fixados (Figura 3). O peso médio dos minhocoçus fixados (N= 21) foi 47g (DP± 12,26) e variou entre 28 g e 71 g.



Figura 2. Coprólitos (A) da espécie de minhocoçu *Rhinodrilus priollii* RIGHI 1967 e indivíduos deslocando-se na superfície do solo da floresta (B e C) com detalhe para o clitelo desenvolvido de um exemplar sexualmente maduro (D), todos encontrados em Manaus-AM, Brasil.



Figura 3. A autora do estudo com um exemplar vivo do minhocoçu *Rhinodrilus priollii* RIGHI 1967 mostrando o grande tamanho da espécie (150 cm) capturada em um fragmento florestal da cidade de Manaus-AM, Brasil.

A maioria dos *R. priollii* coletados (N= 17) estavam em fase adulta e maduros sexualmente, apresentando o clitelo desenvolvido com diâmetro médio de 4,31 cm (DP± 0,41) entre os segmentos corporais 17 e 25 (Figura 2). Acredita-se que o tempo necessário para um minhocoçu alcançar a fase adulta com maturidade sexual esteja entre dois e quatro anos, porém os dados experimentais ainda são raros (DRUMOND *et al.*, 2008).

A taxonomia dos exemplares de *Rhinodrilus priollii* foi verificada em exemplares adultos e seguiu a descrição de RIGHI (1967), sendo confirmada pelo pesquisador Dr. Samuel James, especialista em minhocas da Universidade de Iowa, EUA, através da dissecação dos minhocoçus em laboratório para observação da morfologia interna característica dessa espécie (Figura 4).

Os dados de distribuição do minhocoçu *R. priollii* apontam que essa espécie está restrita à área de

floresta de Manaus, sendo aparentemente limitada pelo rio Negro e distanciando-se até cerca de 70 km ao norte da cidade (RIGHI, 1967; RÖMBKE *et al.*, 1999; LANG *et al.*, 2012). Portanto, o *status* de conservação das populações de *R. priollii* pode ser tão preocupante quanto o *status* de conservação de outros minhocoçus desse gênero do Brasil (RIGHI e DE MARIA, 1998; BROWN e JAMES, 2007; DRUMOND *et al.*, 2012). Desde a implantação da zona industrial na cidade em Manaus em 1967 (Zona Franca de Manaus) (BRASIL, 2016b), esta cidade tem apresentado um rápido crescimento urbano espontâneo que pouco considerou um planejamento ambiental de conservação das áreas de preservação permanente (ex. encostas e margens de corpos hídricos) e também, a interconexão de paisagens entre os poucos parques ecológicos preservados (corredores ecológicos) (CONCEIÇÃO, 2013). De fato, todas as áreas florestais remanescentes em Manaus, encontram-se sob pressão de



Figura 4. Identificação do minhocoçu *Rhinodrilus priollii* RIGHI 1967 através de análise da morfologia interna por dissecação dos exemplares no Laboratório de Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em Manaus-AM, Brasil.

exploração humana, colocando muitas das espécies que possuem distribuição restrita as florestas da cidade sob risco de extinção, como no caso do primata sauím-de-coleira *Saguinus bicolor* (SPIX 1823) (FARIAS *et al.*, 2015).

Essa situação evidencia a necessidade de avaliar as populações de *R. priollii* nas áreas de florestas onde já foram encontradas, ressaltando a importância desses fragmentos para a conservação dessa minhoca gigante endêmica da Amazônia central brasileira. Além de realizar mais prospecções, a fim de encontrar populações de *R. priollii* em novas áreas também ameaçadas de desflorestamento, pelo novo ciclo de expansão

urbana de Manaus, devido a construção de novas vias rodoviárias nessa última década (BRASIL, 2016a).

Agradecimentos: Aos pesquisadores Dr. Jomber Chota Inuma e Dr. Akira Tanaka do Centro de Projetos e Estudos Ambientais do Amazonas (CEPEAM) por terem apoiado logisticamente esse estudo. Ao Dr. Wellington Moraes pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia por ter facilitado o acesso ao Laboratório de Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas Amazônia (INPA).

Referencias

- BRASIL. 2016a. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: ago. 2016.
- BRASIL. 2016b. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa). Disponível em: <http://site.suframa.gov.br/>. Acesso em: ago. 2016.
- BROWN, G.G.; JAMES, S.W. 2007. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. Págs. 297-381. Em: Brown, G.G.; Fragoso, C. (Eds.). *Minhocas de América Latina: Biodiversidade e ecologia*. Londrina: Embrapa Soja. Brasil.
- CHRISTOFFERSEN, M.L. 2007. Distribution and species diversity of *Rhinodrilus* Perrier, 1872 (Annelida, Clitellata, Lumbricina, Glossoscolecidae) in South America. *Neodiversity* 2:1-6.
- CONCEIÇÃO, B.S. 2013. *Padrões de ocorrência de aves de floresta como indicadores para a identificação de fragmentos florestais urbanos prioritários para a conservação em Manaus*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia – MPGAP. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônia, Brasil.
- DRUMOND, M.A.; CAMPOS, S.H.; GUIMARÃES, A.Q.; NUNES, J.T. 2008. Uso e conservação do minhocoçu *Rhinodrilus alatus*. *MG-Biota* 1 (3):5-23.
- DRUMOND, M.A.; BROWN, G.G.; MARINI-FILHO, O.J. 2012. Avaliação do risco de extinção do minhocoçu *Rhinodrilus alatus* RIGHI 1971. *Biodiversidade Brasileira* 2 (2): 134-139.
- DRUMOND, M.A.; GUIMARÃES, A.Q.; EL BIZRI, H.R.; GIOVANETTI, L.C.; SEPÚLVEDA, D.G.; MARTINS, R.P. 2013. Life history, distribution and abundance of the giant earthworm *Rhinodrilus alatus* RIGHI 1971: conservation and management implications. *Brazilian Journal of Biology* 73 (4):699–708.
- FARIAS, I.P.; SANTOS, W.G.; GORDO, M.; HRBEK, T. 2015. Effects of Forest Fragmentation on Genetic Diversity of the Critically Endangered Primate, the Pied Tamarin (*Saguinus bicolor*): Implications for Conservation. *Journal of Heredity* 106: 512-521.
- JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373–386.
- LANG, S.A.; GARCIA, M.V.; JAMES, S.W.; SAYERS, C.W. 2012. Phylogeny and clitellar morphology of the giant Amazonian earthworm, *Rhinodrilus priollii* (Oligochaeta: Glossoscolecidae). *American Midland Naturalist* 167:384–395.
- LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O.W.; GHILLION, S. 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology* 33:159-193.
- NAVARRO, E.A. 2005. *Método moderno de tupi antigo: a língua do Brasil dos primeiros séculos*. 3ª edição. São Paulo. Global. São Paulo, Brasil.
- RIGHI, G. 1967. Descrição de *Rhinodrilus priollii*, sp. n. Glossoscolecidae da Amazonia com bibliografia dos Oligochaeta terricola da região. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, 5 (Zoologia). Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Pesquisas:475-479.

RIGHI, G.; DE MARIA, M. 1998. *Rhinodrilus alatus* RIGHI 1971. Págs. 579–581. Em: Machado, A.B.M.; Fonseca, G.A.B.; Machado, R.B.; Aguiar, L.M.; Lins, L.V. (Eds). *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. Brasil.

RÖMBKE, J.; MELLER, M.; GARCIA, M. 1999. Earthworm densities in central Amazonian primary and secondary forests and polyculture forestry plantation. *Pedobiologia* 43:518-522.

STORK, N.E. e EGGLETON, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal Alternative Agriculture* 7:38-47.

TAPIA-CORAL, S.C.; LUIZÃO, F.J.; BARROS, E.; PASHANASI, B.; DEL CASTILLO, D. Effect of *Pontoscolex corethrurus* MULLER 1857 (Oligochaeta: Glossoscolecidae) inoculation on litter weight loss and soil nitrogen in mesocosms in the Peruvian Amazon. *Caribbean Journal of Science* 42 (3):410-418.



REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL

COLOMBIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

Índice de Autores de la Rev Colombiana Cienc Anim 8(2) 2016 Authors Index of the Colombian Journal of Animal Science 8(2) 2016

A

Árquez Moisés,

B

Barragán Wilson,
Bello Yesit,

C

Cajas-Girón Yasmin
Campos Romulo,
Cardona Henry
Cardona José,
Carrillo-González Diego,
Castañeda Román
Causil Luis
Correa Mileidys,

D

Duarte Jesús,

E

Ensuncho Carlos,
Esteban Juan

F

Fernández-S Jorge

G

García Katherine,
Giraldo Leonidas
Gomez Caterine,
González Henry,
González Marco,

H

Hernández Darwin
Herrera Yonairo,

M

Mahecha-Ledesma Liliana,
Mamián Laura,
Montes Donicer
Moreno Alberto

O

Ocampo Ricardo,
Ossa Gustavo,

P

Pérez Cristo,
Pérez-Cordero Alexander
Peroza-Coronado Victor,

R

Ramírez Germán,
Ramírez Nicolás,
Rendón Yinedy,
Restrepo Diego,

T

Tapia-Coral Sandra,

V

Valencia Andrés,
Vélez Maria,
Vergara Jheremmys,
Violet Lina,

W

Waldez Fabiano

Z

Zamora Hildier



REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL

COLOMBIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

Índice de temas de la Rev Colombiana Cienc Anim 8(2) 2016 Topic Index of the Colombian Journal of Animal Science 8(2) 2016

EDITORIAL

- Editores y revistas científicas

ORIGINALES

- Estudio ecológico del cangrejo de río, *Hypolobocera* sp (Crustacea, decapoda) en la quebrada mano de oso, jardín botánico de Popayán, municipio de Timbío, Cauca – Colombia
- Cariotipo de *Leptodactylus insularum* (Anura: leptodactilidae (Barbour, 1906) presente en un fragmento de bosque seco tropical de la región caribe colombiana
- Frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros criollos (*Equus africanus asinus*) en el departamento de Córdoba, Colombia
- Seroprevalencia de *Mycobacterium avium* Subsp. *paratuberculosis* (MAP) en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Cauca, Antioquia, Colombia
- Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia
- Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río sinú, Colombia
- Caracterización seminal de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en el departamento de Sucre
- Suplementación vitamínica y mineral como estrategia para reducir la incidencia de cetosis bovina en el trópico bajo
- Colonización de hongos formadores de micorrizas arbusculares en raíces de pasto colosoana y angleton en cinco localidades del departamento de Sucre
- Habronemosis peneana en un burro criollo (*Equus asinus*) del departamento de Sucre
- Duración de la gestación en el ganado bovino criollo costeño con cuernos

REVISIONES

- Grasa sobrepasante: Aplicaciones y su proceso de obtención para la alimentación de rumiantes en el trópico

NOTA CORTA

- Notas sobre a biologia do minhocoçu *Rhinodrilus priollii* righi 1967 em fragmento florestal urbano da amazônia central, Brasil



REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL

COLOMBIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

Índice de Evaluadores de la Rev Colombiana Cienc Anim 8(2) 2016 Referees Index of the Colombian Journal of Animal Science 8(2) 2016

Agustin Gongora O, Ph.D.	Universidad de los Llanos, Colombia
Alfonso Calderón Rangel, Dr.	Unicórdoba, Colombia.
Astrid Rivera Rivera, Dra.	Universidad Nacional, Colombia.
Carlos Rodríguez Molano, M.Sc.	Universidad pedagógica y tecnológica, Colombia
Carlos de Carvalho Freitas, Dr.	Universidade Federal do Amazonas, Brasil.
Carolina Peña Serna, Dra.	Universidad de Antioquia, Colombia.
Clara Rugeles Pinto, Dra.	Unicórdoba, Colombia.
Elwi Guillermo Machado, Dr.	Universidad Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Erico Silva Lima, Dr.	FMU, Sao Paulo, Brasil.
Esperanza Prieto M. Dra.	Universidad de Sucre. Colombia.
Everton Tizo Pedroso, Dr.	Universidade Estadual de Goiás Brasil
Francisco Solís Marín, Dr.	Universidad Nacional Autónoma de México
Giovanni Restrepo Betancur, Dr.	Politécnico, Colombia.
Guillermo G. Ribon, M.Sc.	Universidad de Sucre, Colombia.
Guillermo Vásquez, M.Sc.	Universidad del Cauca, Colombia.
Henry Cardona Cadavid, Dr.	Universidad de Antioquia, Colombia.
Jackson Pantoja Lima, Dr.	IFAM, Brasil.
Jaime Alvarez Peñate, M.Sc.	Universidad de Córdoba, Colombia.
Javier Racero Casarrubia, M.Sc.	Parque Nacional Natural Paramillo, Colombia.
Johanna Rojas Sierra, M.Sc.	Universidad de Sucre, Colombia.
Jorge Mercado, M.Sc.	Universidad de Sucre, Colombia.
José Cardona A, Ph.D.	Universidad de Córdoba, Colombia
Juan Zaragoza, Dr.	Universidad de Alicante, Alicante España
Leonardo Chamorro Anaya, M.Sc.	Universidad de Sucre, Colombia.
Leonidas Zamabrano, M.Sc.	Universidad del Cauca, Colombia.
Luis Orlando Duitama C, Dr.	Universidad Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Lourdes Rodríguez S. Dra.	Instituto de Ecología, Cuba.
Luz. M. Botero, M.Sc.	Universidad de Sucre, Colombia.
Marcelo del Campo, Ph.D.	Universidad Santo Tomás, Temuco, Chile.
Michel Fabiano Catarino, Dr.	Universidade Federal do Amazonas, Brasil.
Nélida Rodríguez Osorio, Dra.	Universidad del Norte, Uruguay
Oscar David Munera, M.Sc.	Universidad de Antioquia, Colombia.
Pedro Caraballo G. Dr.	Universidad de Sucre, Colombia.
Rafael Blanco Martínez, M.Sc.	Corporación Universitaria Lasallista, Colombia
Raúl Velásquez Vélez, Dr.	Universidad Nacional, Colombia.
René Patiño Pardo, Dr.	Universidad de Sucre, Colombia.
Ricardo A. Ramirez U. Dr.	Universidad Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Richard C. Vogt, Dr.	INPA, Brasil.
Roberto Piñero Varón, M.Sc.	Universidad del Tolima, Colombia.
Román Castañeda Serrano, Dr.	Universidad del Tolima, Colombia.
Rómulo Campos Gaona, Dr.	Universidad Nacional, Colombia.
Vicente Díaz Ávila, M.Sc.	Universidad del Tolima, Colombia.
Víctor Molina Díaz, M.Sc.	Corporación Universitaria Lasallista, Colombia
Yasser Lenis Sanín, M.Sc.	Universidad de Antioquia, Colombia.