



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

tropical

ecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

tropical

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 27 VOL. 27 No. 4 2009

ZOOTECNIA TROPICAL

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,
Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras
Maracay, Venezuela**

ZOOTECNIA TROPICAL es una revista científica que publica artículos inéditos y originales de investigación en las áreas de producción, salud, genética y reproducción animal de especies de interés zootécnico, tecnología de alimentos de origen animal, pastos y forrajes, y acuicultura marítima y continental, relacionados con el trópico. Su periodicidad es trimestral y se publica en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. Las instrucciones a los autores aparecen en el primer Número de cada Volumen.

ISSN: 0798- 7269

Dep. Legal: pp. 198302AR214

INDIZACIÓN

C.A.B. Internacional (U.K.)
Biosis Zoological Records (USA)
Agroforestry Abstracts (USA)
IICA- CIDIA (Costa Rica)
Royal Tropic Institute (Tropag & Rural, Holanda)
AGRIS (FAO, Roma)
LATINDEX (México)
IAMSLIC (USA)
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (México)
MEDIATHEK (Alemania)
Periodica (México)
REVENCYT (Venezuela)
Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica)
Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica)
Base Agrícola Venezolana (INIA, Venezuela)
Bioline (Canadá)
Scielo (Venezuela)
Scopus (EUA)
HINARI (FAO Italia)
Org. De Estados Iberoamericanos (Colombia)

Se acepta el intercambio con otras revistas

Exchange requested
Wir bitten um austausch
On demande l' échange
Gradiremmo cambio
Deseamos permuta

Toda correspondencia debe dirigirla a:

REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL
INIA. Gerencia General.
Av. Universidad, El Limón. Apartado Postal 4653,
Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.
Teléfono: 0243-2404770
Fax: 0243-2404731

Direcciones electrónicas:

zootrop@inia.gob.ve
zootropi@gmail.com

COMITÉ *Ad hoc*

Los artículos publicados en ZOOTECNIA TROPICAL son sometidos a un proceso de **Arbitraje Científico Externo**

BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to Scientific Reviewers

El Comité Editorial de la Revista Zootecnia Tropical agradece el apoyo financiero otorgado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) para la publicación de este Número.

Esta revista esta incluida en la colección Scielo Venezuela (www.scielo.org.ve)

Valor de la subscripción:

Venezuela Bs F. 65,00 un año.

Exterior: US \$ 75.00 one year.

Ejemplar: Bs F: 15,00.

Incluye gastos de manejo y envío por vía terrestre para Venezuela y correo marítimo para el exterior.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
ZOOTECNIA TROPICAL**

Dr. Yván Gil
Presidente

Dr. Orlando Moreno
Gerente General

Dr. Luís Dickson
**Gerente de Investigación
e Innovación Tecnológica**

Econ. Jonathan Coello
Gerente de Producción Social

COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Luís Dickson
Editor Jefe

Lic. Mónica González
Editora Asistente

T.S.U. Ana Briceño
Secretaria

EDITORES ASOCIADOS

Sección Fisiología y Reproducción

Dra. Thais Díaz (UCV, Fac. Cien. Vet.)

Sección Sanidad

Dr. Nestor E. Obispo (INIA)

Sección Pasto y Forrajes

Dr. Gonzalo Martínez (UCV, Fac. Agron.)

Sección Piscicultura y Acuicultura

Dr. José Alió (INIA)

Sección Nutrición

Dra. Susmira Godoy (INIA)

Sección Genética

Ing. MSc. Freddy Espinoza (INIA)

CONSEJO ASESOR

Dr. Carlos Lascano (Colombia)

Dra. Alicia Rabasa (Argentina)

Dr. Lee McDowell (EEUU)

Dr. Julio Lee (Cuba)

Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)

Dr. Armando Fuentes (Venezuela)

Dr. Rainer Schultze- Kraft (Alemania)

Dr. Manuel Fondevilla (España)

Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)

Dr. Rony Tejos (Venezuela)

Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)

MSc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dra. Josefina Cobellas (Venezuela)

Agradecimientos

Los miembros del Comité Editorial de la revista *Zootecnia Tropical* desean expresar públicamente su agradecimiento a las siguientes personas por su valiosa colaboración en la revisión de los artículos científicos que conformaron el Volumen 27 del año 2009.

Adriana Fernández, UCV. Edo. Aragua.
 Alejandro Salvador, UCV. Edo. Aragua.
 Alfredo Cuellar, UNAM, México
 Ana Ruiz, UCV. Edo. Aragua.
 Ana Teresa Guillen, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Annie Silva, INIA. Edo. Monagas.
 Antonio Manríquez, UNERG. Edo. Guárico
 Armando Quintero, LUZ. Edo. Zulia
 Belkis Vásquez, INIA- CENIAP. Edo. Aragua.
 Cesar Araque, INIA. Edo. Lara.
 Cesar Graziani, UDO/FIDAES. Edo. Sucre.
 Coromoto Alfaro, INIA Edo. Monagas.
 Danny García, INIA. Edo. Trujillo.
 Diannelis Urbano, INIA. Edo. Merida.
 Dieter Plasse, UCV. Edo. Aragua.
 Espartaco Sandoval, INIA. Edo. Yaracuy.
 Eustaquio Arnal, INIA CENIAP. Edo. Aragua.
 Fanny Requena, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Felipe Montiel Palacios, Univ. de Veracruz México.
 Freddy Espinoza, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 German Virguez, UCLA. Edo. Lara.
 Giraldo Martín, Est. Exp. de Pastos y Forrajes “Indio Haruey” Matanzas, Cuba.
 Gloria Contreras, INIA. Edo. Zulia.
 Gonzalo Stagnaro, LUZ. Edo. Zulia.
 Gustavo Morales, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Hugo Hernández, Univ. Aut. de Baja California Sur México.
 Humberto Gil, INIA. Edo. Sucre.
 Ignacio de Blas, Univ. de Zaragoza, España
 Iraida Rodríguez, INIA. Edo. Anzoategui.
 Jaime J. Martínez, Univ. Aut. Chiapas, México.
 Jesús Farias, LUZ. Edo. Zulia.
 Jorge Bobino, Coordinación de Salud Animal, S.U.L. Uruguay
 José Alió, INIA. Edos. Sucre y Nva. Esparta.
 José González, INIA. Edo. Guárico.
 José Luis Gil, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 José Rivas, UCV. Edo. Aragua.
 Juan Suárez, CATIE, Costa Rica
 Judith Principal, UCLA. Edo. Lara.
 Julia Médina, INIA. Edo. Guárico.
 Luis Bautista, UCV. Edo. Aragua.
 Luis Sarmiento, Univ. Aut. de Yucatán, México.
 Luis Sulbaran, UCV. Edo. Aragua.
 Luis Trocoli, Univ. de Oriente Estado Sucre
 Luis Yañes, LUZ. Zulia.
 Luiz Antero de Oliveira, Univ. Federal de Santa María, Brasil
 Magaly Bracamonte, CENIAP. Edo. Aragua.
 Manuel Gómez, UCLA. Edo. Lara.
 María Paz Marín, Univ. Santo Tomas. Chile.
 María Revidatti, U.N.N.E. Argentina
 Miguel Ramón, INIA. Edo. Portuguesa.
 Nestor Obispo, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Omar Colmenarez, UNERG. Edo. Guárico.
 Oreste La O León, Inst. de Ciencias Animales La Habana, Cuba
 Osvaldo Balbuena, INTA Colonia Benitez, Argentina.
 Pablo Herrera, USR. Edo. Guárico.
 Patricia Silva. Inst. de Biociencias. USP, Brasil.
 Rafael Galíndez, UCV. Edo. Aragua.
 Ramón D`Aubeterre, INIA. Edo. Lara.
 Rangel Jiménez, INIA. Edo. Sucre.
 Raúl Paz, Univ. Nac. Santiago del Espero. Argentina.
 Rene Torres, INIA. Edo. Apure.
 Rosa Latiegue, INIA. Edo. Yaracuy.
 Susmira Godoy, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Thais Díaz, UCV. Edo. Aragua.
 Yuván Contuno Esquijerosa, Est. Exp. de Pastos y Forrajes “Indio Haruey” Matanzas, Cuba.
 Zuleima Chirinos, LUZ. Edo. Zulia.

De igual manera, agradecemos a todos aquellos investigadores que nos enviaron sus artículos y exhortamos a la comunidad científica del área de producción y sanidad animal a continuar enviando sus trabajos a la revista *Zootecnia Tropical*.

SUMARIO Vol. 27 N°. 4

Agradecimientos

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Medina M. G., García D. E., Moratinos P. y Cova L. J. Revisión. La morera (<i>Morus</i> spp.) como recurso forrajero: Avances y consideraciones de investigación.....	343
Suárez C., García F., Román D., Coronado A., Perrone T., Reyna A. y Parra N. Factores de riesgo asociados a la tripanosomosis bovina en explotaciones ganaderas de Venezuela.	363
Salamanca Grosso, G. Variabilidad genética del ADN mitocondrial de poblaciones de abejas <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae) en Colombia.	373
Rodríguez Y., Martínez G. y Galíndez R. Factores no genéticos que afectan el peso al destete en vacunos Brahmán registrados.	383
Correa Negrete J., Garrido Correa A., Prieto Guevara M., Atencio García V. y Pardo Carrasco S. Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo <i>Sorubim cuspicaudus</i>	393
González-Ronquillo M., Aparicio R., Torres G. R. e Domínguez Vara I. Producción de biomasa, composición química y producción de gas <i>in vitro</i> de la vegetación de una sabana estacional modulada.	407
Prieto A., Marcano J. Barrios A. y González L. Producción somática y mortalidad en una población de la almeja, <i>Asaphis deflorata</i> , en la localidad de Caurantica, golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela.	419
Vilaboa Arroniz J. y Díaz Rivera P. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México.	427
Torres R., Aparicio R., Astudillo L. y Carrasquel J. Dinámica de componentes físico químicos del agua en las lagunas de abrevaderos en sabanas hiperestacionales de bancos, bajíos y esteros de Mantecal, estado Apure.	437
Lugo Soto M., Ramírez R. e Entrena I. Roca fosfórica y superfosfato triple como fuentes de fósforo para <i>Centrosema</i> en un suelo ácido.	443
Lugo-Soto M., Vibert E., Betancourt M., González I. y Orozco A. Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta de <i>Cratylia argentea</i> (Desvaux) O. Kuntze bajo condiciones del piedemonte barinés, Venezuela.	457
Herrera A. M., Martínez N., Herrera P., Colmenares O., y Birbe B. Consumo de heno y producción de leche en vacas doble propósito suplementadas con bloques multinutricionales.	465
Zambrano W. J. y Marques Jr. A. P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação.	475
Índice acumulado de títulos	489
Índice acumulado de autores	493
Índice acumulado de materias	497

TABLE OF CONTENTS Vol. 27 N°. 4

Acknowledgments

SCIENTIFIC ARTICLES

Medina M. G., García D. E., Moratinos P. y Cova L. J. Revisión. Mullberry (<i>Morus</i> spp.) as fodder resource: Research advances and considerations.....	343
Suárez C., García F., Román D., Coronado A., Perrone T., Reyna A. y Parra N. Risk factors associated with the bovine trypanosomosis of livestock farms in Venezuela.....	363
Salamanca Grosso, G. Genetic variability in mitochondrial DNA of honeybee populations of <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae) in Colombia.....	373
Rodríguez Y., Martínez G. y Galíndez R. Non-genetic factors affecting weaning weight in registered Brahman cattle.....	383
Correa Negrete J., Garrido Correa A., Prieto Guevara M., Atencio García V. y Pardo Carrasco S. Characterization of blood cells and hematological parameters in Trans-Andean shovelnose catfish <i>Sorubim cuspicaudus</i>	393
González-Ronquillo M., Aparicio R., Torres G. R. e Domínguez Vara I. Forage production, chemical composition and in vitro gas production of the vegetation of a modulated seasonal savanna.....	407
Prieto A., Marcano J. Barrios A. y González L. Somatic production and mortality in a population of the clam, <i>Asaphis deflorata</i> , in locality of Caurantica, Gulf of Paria, Sucre state, Venezuela.....	419
Vilaboa Arroniz J. y Díaz Rivera P. Socioeconomic and technological characterization of cattle based systems in seven municipalities of the state of Veracruz, México.....	427
Torres R., Aparicio R., Astudillo L. y Carrasquel J. Dynamics of physicochemical variables of the water of lagoons situated on physiographys of “bancos, bajíos y esteros” to watering places for cattle, on hyperstational savannas of Mantecal, Apure state.....	437
Lugo Soto M., Ramírez R. e Entrena I. Phosphate rock and triple superphosphate as phosphorus sources for <i>Centrosema</i>	443
Lugo-Soto M., Vibert E., Betancourt M., González I. y Orozco A. Effect of the height and age-cut in the production of dry matter and gross protein of <i>Cratylia</i> <i>argentea</i> (Desvaux) O. Kuntze under the piedemonte barinés conditions, in Venezuela..	457
Herrera A. M., Martínez N., Herrera P., Colmenares O., y Birbe B. Hay intake and milk production in dual purpose cows supplemented with multinutritional blocks.....	465
Zambrano W. J. y Marques Jr. A. P. Metabolic profile of crossbreed milking cows from calving to the fifth month of lactation.....	475
Accumulated index of titles.....	489
Accumulated index of authors.....	439
Accumulated index of subjects.....	497

Revisión
La morera (*Morus spp.*) como recurso forrajero:
Avances y consideraciones de investigación

María G. Medina^{1*}, Danny E. García¹, Pedro Moratinos¹ y Luis J. Cova²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Trujillo, Pampanito, Trujillo. Venezuela. *Correo electrónico: mgmedina@inia.gob.ve

²Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela.

RESUMEN

En la presente revisión se abordan aspectos relacionados con la taxonomía, ecología, origen y distribución de la *Morus spp.*; así como las principales especies y usos. Se presentan algunos resultados representativos de investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas, fundamentalmente en el campo de la agronomía, fitoquímica y producción animal; al considerarse su probado potencial como especie forrajera. Adicionalmente, se discuten aspectos relacionados con las principales temáticas investigadas y algunas áreas del conocimiento en los cuales deberían profundizarse los estudios en los próximos años.

Palabras clave: morera, forraje, agronomía, producción animal, composición química, investigación agrícola

Mullberry (*Morus spp.*) as fodder resource: Research advances and considerations

ABSTRACT

The review its related to the taxonomy, ecology, origin and distribution, main species and uses of Mullberry (*Morus spp.*). Some representative results obtained in recent decades, mainly in the agronomy, phytochemistry and animal production, considering its potential as a forage species are presented. Additionally, issues related to the main investigated topics and some areas of knowledge which should be further studied in the coming years are discussed.

Keywords: mullberry, forage, agronomy, animal production, chemical composition, agricultural research.

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de especies con potencial para la alimentación animal en los países de América Latina, ha llevado al estudio de las leñosas nativas e introducidas no utilizadas de forma convencional en los sistemas de producción en el trópico. En este sentido, y en dependencia de las condiciones intrínsecas de cada país, mediante el flujo de evaluación de materiales promisorios se reportan una elevada cantidad de especies con potencial para la alimentación animal, dentro de las cuales la Morera

ha mostrado un comportamiento particular en diferentes condiciones de cultivo, manejo y sistemas de explotación.

Con el objetivo de divulgar las bondades que exhibe esta especie como material forrajero para animales, se han publicado algunas recopilaciones que abarcan características generales y resultados desde su plantación hasta su explotación en condiciones intensivas (Benavides, 2000; García *et al.*, 2006; Martín *et al.*, 2007). No obstante, algunos temas no han sido abordados con fortaleza; ya que,

en la actualidad aún existe desconocimiento por parte de la comunidad científica, el personal técnico y los productores agropecuarios, de los atributos de estas leñosas.

El propósito de la presente revisión es abordar algunos aspectos botánicos, agronómicos y químicos de las especies de morera, haciendo énfasis en los principales resultados obtenidos hasta la actualidad; así como las líneas de investigación en las cuales se deben profundizar los estudios en los años venideros.

Ubicación taxonómica y ecología

Aunque este acápite constituye un tópico, en mayor o menor medida conocido, ha sido someramente tratado en revisiones y trabajos que incluyen la morera. En este sentido, las bibliografías publicadas en las cuales se describen los aspectos morfo-estructurales relevantes de las especies pertenecientes al género *Morus* son escasas (García, 2003; Medina, 2004).

Las especies de morera pertenecen al género *Morus*, familia Moraceae, Orden Urticales, subclase Dicotiledónea, Clase Angiosperma y División Spermatophyta (Cifuentes y Kee-Wook, 1998). Son plantas leñosas perennes, de porte bajo a medio, semicaducifolias en las condiciones del trópico, de rápido crecimiento, monoica o dioica, y con un sistema radical profundo. La mayoría de las especies presentan copa aproximadamente redondeada y ramificada, con tronco de corteza grisácea que llega a medir 60 cm de diámetro. Las hojas generalmente son alternas, pecioladas, simples, íntegras, brillantes y estipuladas de 1 a 5 lóbulos, con el haz lampiño, y el envés ligeramente tomentoso en las axilas de los nervios principales; se pueden observar de anchamente ovadas a orbicular-ovadas, con ápice agudo o cortamente acuminado; base oblicua y semitruncada o subcordada.

En la mayoría de las especies y variedades el borde es dentado o irregularmente lobulado, de consistencia blanda. El pecíolo es grande, de 12 x 8 cm en las ramas con frutos, y 25 x 20 cm en las ramas sin frutos. La inflorescencia es simple, axilar, en amentos de color crema o verdosos; con pedúnculos pendientes o colgantes, en la que se encuentra las flores unisexuales en espigas densas de hasta 2 cm de largo, con 4 sépalos. Las espigas masculinas se caen rápidamente, las flores están arregladas descuidadamente, y después de dejar caer el polen la inflorescencia se seca. Las

espigas femeninas son usualmente cortas y las flores están en forma compacta; éstas presentan 4 lóbulos y 4 estambres en yema; el estigma es bífido; el ovario unicelular madura en un fruto agregado (sincarpo) de drupéolas, de forma obloide a oblongo-cilíndrico de 1 a 5 cm de largo; este puede ser blanco, rosado o púrpura, en dependencia de la especie.

El principal agente polinizador de la morera es el viento. La mayoría de las especies son diploides con 28 cromosomas; sin embargo, las triploides se cultivan también extensivamente por su adaptabilidad, crecimiento, vigor y calidad de las hojas (Machii *et al.*, 1999). En la sistematización de la morera se han presentado inconvenientes, debido a que las especies y variedades son llamadas con diferentes nombres locales, lo que no ayuda al ordenamiento taxonómico y encarece la homogeneidad en la clasificación a nivel mundial (Cappelozza, 2002). En los siglos XIX y XX se realizaron varias divisiones del género *Morus*, las que estuvieron fundamentalmente basadas en la presencia o ausencia de estilo en la flor, la protuberancia y vellosidad del estigma, inflorescencia, sorosis, base del estilo bilobulado y morfología de la hoja; principalmente la forma de la base (García, 2003).

En la llave de clasificación taxonómica propuesta por Yongkang (2002), algunas de las integrantes del género se diferencian de sus homólogas por presentar pistilos con estilos largos distintivos, protuberancia dentro del estigma, hojas pequeñas desprovistas de vellos, o con protuberancia en la etapa joven, venas en la superficie inferior y sorosis violácea obloide de 1 a 2,5 cm.

Origen y distribución

La morera se comenzó a sembrar para la Sericultura en los países asiáticos hace alrededor de 4.500 años (Kitahara, 2001). Con el inicio de la Sericultura las plantas de morera fueron llevadas a los diversos continentes.

El creciente interés por esta práctica ha propiciado el mayor movimiento de especies y variedades de morera por todos los continentes, por lo que estas leñosas se distribuyen tanto en las zonas templadas como en las tropicales y subtropicales (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

Por tal razón no se tiene una clara definición de su origen. Muchos autores coinciden en que los principales centros de origen se encuentran en algunas regiones de China, Japón y al pie del Himalaya (Datta, 2002).

Por su parte, Lim *et al.* (1990) reportan temperaturas entre 13 y 38 °C, con un rango óptimo entre 24 y 28 °C para su crecimiento. Las precipitaciones deben oscilar entre 600-2.500 mm (Datta 2002), requiere de una humedad relativa de 65 a 80 % y un brillo solar alrededor de 9-13 horas/día (Cifuentes y Ham-Kim, 1998). Según FAO (1990) las especies de morera pueden desarrollarse hasta los 4.000 m.s.n.m., pero crece mejor entre los 800 y 1.500 m. También se adaptan a diversos tipos de suelo; en general crece muy bien tanto en suelos porosos y profundos como en aquellos de topografía plana o de elevada pendiente (Domínguez *et al.*, 2002), con un pH entre 6,5 y 6,8, un buen contenido de materia orgánica (Datta, 2002), bien drenados con un nivel freático mínimo a un metro (Ho-Zoo y Won-Chu, 2001), de textura media (arcilloarenosas o arenoarcillosas) y estructuras granulares (Cifuentes y Ham-Kim, 1998).

En América Latina, Costa Rica específicamente el Centro de Agricultura Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE), en Brasil la Universidad de Sao Pablo y Cuba en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (EPPFIH); exhiben las colecciones con el mayor número de accesiones de morera, principalmente de *Morus alba* L. La mayor parte del material vegetal inicial que dio inicio a las investigaciones agronómicas en Cuba, fueron importados desde Costa Rica donde se realizaron los primeros estudios agronómicos y nutricionales para caracterizar el potencial agroproductivo de dicha especie (Martín *et al.*, 2007).

En Venezuela, hasta principio del siglo XXI su uso se encontraba dirigido sólo a la Sericultura, utilizando variedades adaptadas a la zona alta del estado Mérida (10 variedades). A partir del año 2000 se comenzaron a realizar estudios agronómicos y nutricionales con *M. alba* en los estado Táchira, Guárico y Trujillo, fundamentalmente, a partir de estacas cosechadas de la colección (variedades: Tailandesa, Criolla-Venezolana, Guatemalteca) perteneciente a la Estación Experimental y de Producción Agrícola “Rafael Rangel” de la Universidad de los Andes (estado Trujillo) y del Banco de producción de

semillas de la Fundación DANAC (Departamento de Agricultura Nacional), ubicada en San Felipe, estado Yaracuy.

Especies y variedades

La morera posee un amplio germoplasma formado por una gran diversidad de especies y variedades que constituyen un valioso recurso genético. La Sericultura ha sido la razón principal del impresionante proceso de selección y mejoramiento del género *Morus* a través del tiempo.

Por ello se han creado y extendido una gran cantidad de variedades de excelente capacidad de producción de biomasa, calidad nutritiva y alta resistencia al ataque de plagas y enfermedades, para un amplio rango de condiciones de clima y suelo.

Las especies más importantes de este género son *M. alba*, *Morus nigra*, *Morus indica*, *Morus laevigata* y *Morus bombycis*, de las cuales se han originado innumerables variedades e híbridos, incluyendo muchos poliploides, como producto de una intensiva selección y mejoramiento genético (Sánchez, 2002). A pesar del creciente interés en esta planta, excluyendo la zona asiática, la disponibilidad de germoplasma de morera es mucho más limitada

Fuera de Latinoamérica, y específicamente en la India, sobresalen *M. alba*, *M. indica*, *Morus serrata* y *M. laevigata* (Ravindran, 1997). En China se mantienen en colección cerca de 1.000 accesiones, la mayoría de estas originadas principalmente de *M. multicaulis*, *M. bombycis* y *Morus atropurpurea* (Yongkang, 2002). Machii *et al.* (2002) registran en Japón 24 especies, muchas de las cuales proceden de *M. bombycis*, *M. alba* y *M. latifolia*. En Italia, Cappellozza (2002) informa la existencia de una colección de 51 accesiones conformadas principalmente por *Morus nigra* y *M. alba*. En Brasil, se cuenta con tres colecciones con un total de 90 variedades, todas provenientes de *M. alba* de las cuales se han generado numerosos estudios agronómicos y nutricionales (De Almeida y Fonseca, 2002). Asimismo, Benavides (2002) menciona en América Central cuatro variedades de morera denominadas Criolla, Indonesia, Tigriada y Acorazonada, las cuales entraron a la región en la primera mitad del siglo pasado cuando se intentó desarrollar la producción del gusano de seda.

Adicionalmente, en algunos países como México y Venezuela existen algunas variedades, denominadas genéricamente “Criolla”, con diferencias morfoestructurales a la tradicionalmente conocida por ese nombre, de las cuales no se conoce con exactitud la forma de introducción y en qué momento ocurrió la propagación.

En Cuba, aún cuando se han realizado investigaciones puntuales con *M. nigra* (Domínguez *et al.*, 2001); los mejores resultados se han obtenido con las variedades de *M. alba*, de las cuales la variedad Indonesia y la Acorazonada han demostrado un comportamiento agronómico sobresaliente, respecto a las variedades Cubana y Tigreada (Martín, 2004). Sin embargo en los últimos años se está trabajando con otros híbridos introducidos que exhiben buena respuesta agronómica (Noda *et al.*, 2004).

Usos de la Morera

La morera es una verdadera planta multipropósito, aún cuando esta distribuida ampliamente alrededor del mundo y ha recibido poca atención con respecto a su potencial (Medina, 2004). El uso principal y más difundido a nivel mundial es en la Sericultura; como alimento del gusano de seda (*Bombix mori*), quién consume las hojas de morera y las transforma en capullos, los que son devanados y convertidos en finos hilos, con los cuales se producen las telas para la elaboración de múltiples confecciones. Además de la Sericultura, se reconocen otros usos y beneficios (Zepeda, 1991), con los cuales se demuestra el potencial de explotación desde el nivel familiar hasta la industria.

En algunos países como Egipto, Turquía, México, Japón y Korea se utiliza como árbol frutal. La fruta, llamada mora, se consume fresca o procesada como jugo, mermelada, frutos secos y para hacer vinos (García, 2003). En otros lugares como Argentina, Bolivia, Perú, Estados Unidos, Francia, Grecia, Italia y España, se utiliza como planta ornamental en parques, jardines y orillas de camino (Sánchez, 2002) y como árbol de sombra (Vallejo y Oviedo, 1994).

Su uso como medicina natural es ancestral; en países asiáticos se le atribuyen propiedades curativas a las hojas, frutos y corteza de las raíces, en tratamientos para algunas enfermedades como la diabetes, hipertensión, colesterol, filiarisis y como laxante, antihelmíntico, expectorante y diurético

(Xiangrui y Hongsheng, 2001); también las hojas deshidratadas son usadas en infusiones a manera de té (Yongkang, 2002). Al respecto, en Korea se comercializan paquetes de té para infusiones, de manera masiva, para contrarrestar y prevenir estas enfermedades.

Por otra parte, la madera de troncos y ramas se emplea para leña, elaboración de algunas piezas e implementos, ebanistería y construcción (Ye, 2002), en Japón la pulpa de la madera se utiliza para elaboración de papel (Machii *et al.*, 2002). También el látex se utiliza para cremas y emplastes; en algunas zonas de Tailandia las hojas y brotes tiernos son consumidos como vegetales, su abundante fructificación permite mantener la biodiversidad animal, especialmente de aves y mamíferos (Sánchez, 2002).

Foros de discusión sobre la Morera

Una de los principales foros de discusión sobre la utilización de la morera en la alimentación animal lo constituyen las Reuniones Nacionales de Morera, que se han desarrollado en los Talleres Silvopastoriles organizados por la EEPFIH de Cuba, desde la década del 90. En estos talleres, y en el marco de los Congresos Latinoamericanos de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible, se han presentados diversas en los cuales se ha estudiado sus potencialidades, principalmente relacionados con la propagación, adaptabilidad, composición nutricional del follaje y uso como suplemento proteico; constituyendo un centro importante de debate científico entre los profesionales Iberoamericanos, de Italia y Japón.

Por otra parte, en Venezuela no fue hasta el XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal (2006) que se presentaron investigaciones relacionadas con la morera, los temas principales fueron comportamiento inicial en fase de vivero (Medina *et al.*, 2006), alimentación de cabras en desarrollo y productoras de leche (Pérez *et al.*, 2006a,b), evaluación del crecimiento de conejos (Rojas *et al.*, 2006), valor nutritivo (Giraldo *et al.*, 2006) y arreglos alimenticios (Álvarez *et al.*, 2006).

Recientemente, en la IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y silvopastoriles 2008 en México, se presentaron pocas investigaciones en tal especie (Contino *et al.*, 2008; Lara *et al.*, 2008b) y en el V Congreso Latinoamericano de Agroforestería 2008

celebrado en Maracay, Venezuela, se presentaron mayor cantidad de trabajos en relación con el empleo de la morera (García *et al.*, 2008; Lara *et al.*, 2008a; Noda y Martín, 2008; Ojeda *et al.*, 2008; Pentón y Martín, 2008; Canul *et al.*, 2008).

Investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas

Las características nutricionales, de producción de biomasa, versatilidad agronómica, aceptabilidad, tolerancia a la sequía y disponibilidad mundial que posee la morera, en comparación con otros forrajes utilizados tradicionalmente, hacen de esta planta una opción importante para la intensificación de los sistemas ganaderos.

El conocimiento de su potencial como forraje comenzó de forma empírica en América Central al principio de la década del 80. No obstante, Sánchez (2001) hace referencia a que su uso como alimento animal, ya era reconocido desde hace mucho tiempo en varias regiones de Asia, India y Europa (Italia), donde especies de esta planta crecían en forma silvestre.

A partir de ese momento ha surgido un creciente interés por el estudio de su potencial alimenticio, manejo agronómico y formas de utilización en los sistemas de producción animal, no solo en Centroamérica y el Caribe, sino en otros países de Europa, África, India y Asia; incluyendo aquellos donde la morera ha sido tradicionalmente utilizada para la alimentación del gusano de seda, como el caso de China, Korea y Japón. La mayoría de los resultados obtenidos en este sistema han sido con cabras y corderos, como suplemento de dietas de baja calidad (Ho-Zoo y Won-Chu, 2001; Kitahara, 2001; Yongkang, 2002).

Con respecto a su empleo en sistemas de producción con bovinos, las referencias fueron pocas hasta finales del siglo XX (González *et al.*, 2000). Recientemente, dentro de todos los países Latinoamericanos que abordan la morera, después de los estudios básicos realizados en el CATIE, en la EEPFIH se han llevado a cabo una cantidad significativa de investigaciones en diversas ramas de las ciencias agrícolas con el objetivo de caracterizar la especie, de forma integral. En este sentido, se han desarrollado estudios en condiciones de vivero (Noda *et al.*, 2004), agronomía con evaluaciones

de diferentes espaciamientos y alturas de corte (Martín *et al.*, 2002; Noda *et al.*, 2007), asociación con especies leguminosas (Sánchez y Reyes, 2000), estudios de fisiología (Pentón *et al.*, 2007), caracterización fitoquímica y valor nutritivo (García, 2003; García *et al.*, 2003; García y Ojeda 2004a,b,c; García *et al.*, 2005a,b,c), efecto antiparasitario de los extractos de las hojas (Soca *et al.*, 2004 y García *et al.*, 2005a), respuesta animal y ganancia de peso en rumiantes y monogástricos (Milerá, 2006; Contino *et al.*, 2008); así como la factibilidad de usar la especie, bajo diferentes arreglos espaciales, para pastoreo con animales en desarrollo (Medina *et al.*, 2004), el efecto en la composición botánica (Medina *et al.*, 2005) y el comportamiento de la morera en un sistema asociado (Medina *et al.*, 2007).

En otros países se han obtenido resultados relevantes con cabras lechera (Rojas *et al.*, 1994), terneras Jersey (Jiménez, *et al.*, 1998), ovinos en crecimiento (Pacheco *et al.*, 2002, Lara *et al.*, 2007), cabritas destetadas (González *et al.*, 2001) y en diferentes tipos de monogástricos como cerdos, conejos, cuyes y aves de corral (Leiva *et al.*, 2002; García *et al.*, 2002; Albert y Contreras, 2002).

Recientemente se ha estado evaluando, tanto en Asia y Europa, como en Cuba y Venezuela, su potencial como planta de ramoneo; algunos resultados, aunque preliminares, son promisorios (Medina *et al.*, 2004; Medina *et al.*, 2006). Los primeros intentos de incorporar la morera dentro de sistemas de pastoreo con pasturas se iniciaron en Italia (Talamucci y Pardini, 1993), donde se estableció una asociación de morera con trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), en la cual la morera se benefició de la fijación de nitrógeno por el trébol y a su vez contribuyó con forraje de alta calidad en el verano; además se produjo más forraje que en los cultivos individuales. Por su parte, Kitahara *et al.* (2002) han obtenido en Japón resultados interesantes al utilizar morera en asociación con pasturas. Estos autores concluyeron que este sistema presenta una elevada productividad y que puede convertirse en un sistema de pastoreo para el Trópico y el Subtrópico.

En Venezuela, se han desarrollado trabajos investigativos con morera para evaluar algunas características de la estaca tales como el largo, ancho y número de yemas, así como el tipo de corte y algunas labores de presiembra (Moreno *et al.*, 2005;

Medina *et al.*, 2007). Los principales resultados demuestran que con el uso de estacas de 30 a 40 cm de longitud, diámetros entre 3,0 y 3,9 cm y con 3 o 4 yemas, se puede realizar un trasplante efectivo al campo a la sexta semana de plantadas estacas. Adicionalmente, un corte longitudinal en la región de la corteza también favorece el prendimiento y la brotación.

Estas investigaciones y las labores de extensión, fundamentalmente realizadas en los estados Andinos Venezolanos (Trujillo, Mérida y Táchira) han favorecido la difusión de la especie entre los productores y profesionales del agro, realizándose dos tesis de grado y dos de postgrado para estudiar algunas particularidades de la especie en las condiciones de Venezuela. No obstante, hace falta una mayor distribución en las áreas ganaderas de esta especie; así como más divulgación de su potencial agroproductivo. Aún así, uno de los primeros trabajos zootécnicos publicados con morera fue realizado por Nieves *et al.* (2004) quienes informaron la factibilidad para la alimentación de conejos en las condiciones de Venezuela, cuando utilizó un mestizaje Nueva Zelanda x California. En dicho experimento los animales fueron alimentados con concentrado comercial, diferentes porcentajes de harina de follaje de morera y melaza. Aunque el consumo de las dietas no presentó diferencias estadísticas, el número de intentos de consumo fue mayor cuando no se incluyó morera. Este autor recomendó realizar pruebas de utilización digestiva y de respuesta animal con dietas que contuvieran morera como sustituto proteico en los sistemas Venezolanos de producción animal. Adicionalmente, González (2004) realizó estudios de potencial productivo en cerdos utilizando dietas con morera y jugo de caña de azúcar. No obstante, hasta la fecha no se han publicado más trabajos en este sentido en Revistas Nacionales.

Recientemente, se ha estudiado la morera, junto con otras leñosas, con cabras, ovinos y vacunos: donde la especie ha resultado una de las más aceptadas por los tres tipos de rumiantes en las condiciones de la zona baja Trujillana (García, 2006; García *et al.*, 2008). La morera sobresalió notablemente, en cuanto a su índice de potencial forrajero, comparado con 20 especies más, sometidas a igualdad de condiciones experimentales (García *et al.*, 2009).

Desde el punto de vista agronómico, una de las características más sobresalientes de *M. alba* es su excelente producción de biomasa por unidad de área y su alta retención de hojas durante el periodo seco. Los principales resultados agronómicos obtenidos en las condiciones tropicales han sido descritos en recopilaciones realizadas por Martín *et al.* (2002), García *et al.* (2006) y Martín *et al.* (2007), donde se describe la elevada producción de forrajes de esta especie en sistemas de corte-acarreo y asociados, evaluando factores agronómicos tales como frecuencia de corte, niveles de fertilización (químicos y orgánicos), distancia de siembra y altura de corte.

Resultados derivados de estos estudios plantean que a densidad de 25.000 plantas/ha (0,5 m entre plantas y 1 m entre surcos) en la época de mayores precipitaciones se obtienen buenas producciones de biomasa con cortes cada 60 d. Sin embargo, en la seca los cortes deben ser más espaciados (90 d). No obstante, todos los trabajos realizados han sido realizados en condiciones de secano y no ha sido evaluada la aplicación de riegos estratégicos y su efecto en el rendimiento de biomasa en ningún país latinoamericano.

Composición química y valor nutricional

La composición química de la morera, especialmente *M. alba*, y su calidad nutritiva son rasgos distintivos de la especie. Es un consenso generalizado que la morera presenta una excelente calidad nutritiva, la cual ha sido documentada desde décadas pasadas. Adicionalmente, el valor nutritivo de *M. alba* ha sido exhaustivamente estudiado en todo el mundo (Jegou *et al.*, 1994, Rodríguez *et al.*, 1994; González *et al.*, 1998; Schmidek *et al.*, 2002). Desde el punto de vista de las variaciones en la composición química y el valor nutritivo, en estudios realizados con *M. alba* se informa que la mayor fluctuación se produce con el factor frecuencia de corte. Los factores fertilización, variedad y época no influyen, de forma sustancial, en la composición y la calidad nutricional de la biomasa (García, 2003).

En el Cuadro 1 se muestra el efecto de la frecuencia de corte en algunos de los principales indicadores químicos de las hojas. En este sentido, muestra las principales tendencias de la composición química del forraje de morera.

Cuadro 1. Efecto de la frecuencia de corte, la variedad y la época del año en la composición química (%) de la biomasa foliar de *Morus alba***.

Factor	Nivel	PB	PV	PS*	FDN	FDA	PB-FDN	PB-FDA	Ca	P	Cenizas
Frecuencia (días)	60	23,32	17,43	9,76	39,75	28,64	11,32	4,34	2,12	0,26	6,65
	90	17,65	13,98	9,32	42,23	27,86	7,86	3,75	2,65	0,19	7,86
	120	17,78	17,87	9,65	44,32	28,95	8,09	3,44	3,04	0,20	10,32
Tendencia***		D	DA	I	A	I	D	D	A	D	A
	Cubana	18,65	14,35	6,94	45,36	30,64	14,56	5,67	2,43	0,22	9,98
	Indonesia	18,94	14,73	8,38	40,53	26,85	13,45	5,53	2,53	0,23	8,96
Variedad	Acorazonada	18,58	14,95	8,36	39,96	27,86	15,75	6,75	2,48	0,20	8,65
	PLL	16,96	14,87	9,05	38,95	27,75	14,54	6,07	2,57	0,23	9,86
Época	PPLL	18,85	14,84	8,97	41,67	26,96	14,85	6,15	2,39	0,21	8,69

Fuente: García (2003)

* con pepsina, ** media de ocho réplicas, *** tendencia con la disminución de la frecuencia de corte, D: disminución. A: aumento, I: invariante PB: proteína bruta, PV: proteína verdadera, PS: proteína soluble, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, PLL: período lluvioso, PPLL: período poco lluvioso

La morera también se distingue entre otros árboles multipropósitos por las características particulares de su fracción nitrogenada, que aunque es comparable con la que presentan la mayoría de las leguminosas forrajeras del trópico, tiene una calidad nutritiva y proteica superior (González *et al.*, 1998; García, 2003).

Desde el punto de vista cualitativo, la fracción proteica está compuesta por la Ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (RuBisCO) como proteína mayoritaria. Sin embargo, otros autores señalan a las Prolaminas como un grupo importante de proteínas en las hojas (Singh y Makkar, 2002). Por su parte, Eun-Sun *et al.* (1999) informan la presencia de dos glico-proteínas mayoritarias denominadas Moran 20 K y Moran A, aisladas de la corteza, con pesos moleculares respectivos de 7,5 y 21,8 kDa y elevada actividad glicemiante.

Aunque se conoce la influencia de la mayoría de los factores agronómicos en el contenido de PB, no existen muchas investigaciones publicadas en los países Latinos con las variedades de mayor distribución en América, en los cuales se hayan estudiado con profundidad la fracción proteica mediante diferentes métodos de análisis (García, 2003).

A partir del auge en la utilización de métodos fitoquímicos para la caracterización de especies forrajeras tropicales, desde la década del 90, en la fracción comestible de la morera han sido detectados diversos tipos de metabolitos secundarios con elevada actividad biológica, entre los que se destacan los fenoles, flavonoides, cumarinas, esteroides, saponinas y alcaloides, con ausencia de taninos que precipitan proteínas, al menos en las hojas de *M. alba* (García *et al.*, 2002). No obstante, en algunas investigaciones recientes se han informado niveles de taninos condensados (Obrador-Olán *et al.*, 2007), debido quizás al uso indebido de taninos provenientes de leguminosas como patrones químicos en la determinación de los contenidos de fenoles, y también al uso de metodologías analíticas no apropiadas (Terrill *et al.*, 1992), para estudiar la fracción polifenólica de especies no leguminosas. Estos ensayos han traído consigo interpretaciones erradas del perfil fitoquímico de la morera.

Por otra parte, la concentración de los fenoles totales, en sentido general, oscila entre 0,85 %MS en las hojas cultivadas en el subtrópico independientemente

de la variedad (Datta *et al.*, 2002) y 2,2 %MS en el trópico (Maldonado *et al.*, 2000); aún cuando en condiciones de corte y acarreo se han informado niveles superiores, empleando método de secado a la sombra, y con ausencia de calentamiento adicional para acelerar la deshidratación (García, 2003).

Los flavonoides constituyen el grupo químico de mayor interés biológico; estos representan más de la mitad de los fenoles totales y los niveles se encuentran entre 1,17 y 2,66 %MS (Rusong *et al.*, 2000). Aunque las concentraciones de estos metabolitos se conocían en cultivares asiáticos, no fue hasta el primer quinquenio del siglo XXI que fueron cuantificados en las principales variedades utilizadas para la alimentación animal en el trópico (García *et al.*, 2002; García, 2003; García y Ojeda, 2004c).

Por otra parte, con la detección en las hojas en crecimiento de piranos tales como la Quercetina, Quercetrina, Isoquercetrina, Rutina, Kaemferol y cumarinas se especuló sobre las posibles propiedades estrogénicas de la biomasa (García y López, 2004), aunado a las observaciones empíricas de productores en Cuba que relacionaban un elevado número de abortos y bajo peso de la camada, cuando la morera era suministrada a conejas semanas antes del parto.³

Estos aspectos no fueron tratados en publicaciones hasta que primeramente Anca *et al.* (1994), Anca *et al.* (1995) y Mayer y Anca (2000), estudiando la ecología de estos compuestos presentes en el género *Morus* evidenciaron las propiedades estrogénicas de la morera. No obstante, en otro sistema de alimentación, en este caso con cerdos, no se observó comportamiento negativo (Contino *et al.*, 2008), lo cual pudo estar asociado con estados fenológicos específicos de la planta o por las particularidades en el metabolismo digestivo de cada tipo de animal para inactivar estos compuestos. En ninguno de los trabajos publicados hasta el presente estos metabolitos se han podido cuantificar, por previo aislamiento de la fracción de flavonoides totales, ya que las técnicas necesarias presentan mucha complejidad instrumental y no se encuentran disponibles normalmente en la mayoría de los países Latinoamericanos (García y López, 2004).

Otro grupo de metabolitos importantes lo constituyen los esteroides, las concentraciones

³Yolanda Gonzáles Rosado. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas, Cuba, 2006. Comunicación Personal.

varían entre 0,30 y 0,46 %MS (Mengzhao, 1989). Sin embargo, en la época de lluvias en el trópico se han reportado niveles mucho más elevados, atribuido al papel de estos compuestos en la activación de procesos bioquímicos del crecimiento vegetal y al vigoroso crecimiento de algunas variedades cuando las condiciones edafoclimáticas son adecuadas; además, se ha detectado cantidad importante de beta-sitosterol (0,2% en las hojas) y estigmasterol, además de terpenos de bajo peso molecular (García, 2003).

En las condiciones de Cuba, cuando las plantas son sometidas a régimen de cortes periódicos, los fenoles totales llegan a ser superiores al 2,50 % de MS, el contenido de flavonoides se encontró por encima del 1,60 %MS y los esteroides totales en la época lluviosa sobrepasan el 1,5 % MS (García y Ojeda, 2004b,c).

La actividad biológica de los componentes de la morera ha sido bien documentada por García *et al.* (2006). Sin embargo, estas propiedades benéficas, asociadas a la presencia de algunos compuestos secundarios, han sido un aspecto poco explotado en el Continente Americano y no aparecen muchos estudios publicados, con variedades adaptadas a Latinoamérica, en el campo de la bioquímica médica y la medicina preventiva en los últimos veinte años (Lemus *et al.*, 1999).

El Cuadro 2 muestra algunos de los compuestos secundarios presentes en morera y la actividad biológica potencial de cada grupo, en función de las publicaciones generadas en los últimos 20 años. La morera también contiene sustancias (terpenoides simples de cadena abierta) que atraen a las larvas del gusano de seda, estos son el citral, acetato de linalilo, linalol, acetato de terpenilo y hexenol, los tres primeros son los más eficaces. El beta-sitosterol, junto con algunos esteroides de amplia distribución en el reino vegetal, es el principal factor que estimula la acción de la mordida a la hoja y la cantidad de alimentos ingeridos por las larvas es controlada también por este metabolito. Otra particularidad importante es que esta especie contiene una considerable cantidad de aminoácidos en forma libre, patrón fitoquímico que no es común en otros follajes utilizados para la alimentación animal, que es muy frecuente en los frutos de las leguminosas. Los más importantes en morera son la fenilalanina, leucina, valina, tirosina, prolina, alanina, ácido glutámico, ácido aspártico, cistina, treonina, sarcosina; así como otros menos

conocidos como el ácido gamma-amino-butiárico, ácido pipercolico y ácido 5-hidroxi pipercolico.

Las hojas también son una buena fuente de ácido ascórbico (2-3 mg/gMS), de los cuales más del 90% está presente en la forma reducida. Contienen también isoprenoides de cadena larga como los carotenoides, la vitamina B1, el ácido fólico, el ácido folínico y la vitamina D. Los fitatos representan el 18,2% del total de fósforo en las hojas. Otras sustancias volátiles identificados en las hojas son: n-butanol, beta-gamma-hexenol, metil-etil acetaldehído, n-butiraldehído, isobutil-aldehído, valeraldehído, hexal-dehído, alfa-beta-hexenal, acetona, metil-etil cetona, hexil metil-cetona, butilamina y ácidos grasos volátiles (ácidos acético, propiónico y isobutiárico), los cuales tampoco son comunes en la biomasa de otras especies similares. El material lignificado contiene otros flavonoides tales como la Morina (0,3-0,44%), la dihidromorina, el dihidro-kaempferol, y cetónidos como la 2,4,4',6-tetra-hidroxibenzofenona y la Maclurina. Por su parte, las semillas, desde el punto de vista fitoquímico contienen 33-38% de aceite graso (ácidos linoleico, esteárico, oleico, mirístico, palmitoleico y arachídico; García, 2003).

Estado del arte en las investigaciones con morera

En los últimos 20 años se han desarrollado la mayor cantidad de ensayos con la morera en la región Latinoamericana. Sin embargo, no todos los tópicos han sido abordados con profundidad e igual interés. En este sentido, en el Cuadro 3 se muestra el estado actual de las investigaciones.

Analizando los resultados, por índice de generación de investigación, en la mayoría de las temáticas la información se encuentra incompleta, debido a que se han realizado estudios puntuales, fundamentalmente. Sin embargo, los resultados divergentes y la carencia total de información son dos aspectos que se observan en la minoría de los tópicos incluidos. Asimismo, existen resultados concluyentes en algunas temáticas debido a la elevada cantidad de ensayos que se han abordado, de forma general, en varios países Latinoamericanos.

En forma general, se deben profundizar las investigaciones sobre el potencial energético de la biomasa leñosa, el potencial medicinal para humanos de las principales variedades forrajeras, su uso en la agricultura familiar, el potencial biomédico en función

Cuadro 2. Actividad de metabolitos secundarios presentes en la biomasa de especies de morera.

Grupo de metabolitos	Grupo funcional	Tipo	Estructura informada	AF	AT
Fenoles simples	$(Ar)_n-(OH)_n$	Estilbeno	Resveratrol, oxiresveratrol glucopiranosido, oxiresveratrol, <i>cis</i> -mulberósido A, mulberrosido C, Andalsina A	++	?
		Ácido orgánico	Cinámico, cafeico, felúrico, humulona, lupulona, pipecólico, sarcosina, amino-benzoico	+	-
		Cumarina	Umbeliferona, escopoletina, fitoalexinas derivadas, esculetina	+++	++
Isoprenoides	$({}^2HC=C(CH_3)-CH=CH_2)_n$	Esteroides	Estigmasterol y β -sitosterol	++	-
		Terpeno	Citral, derivados de linalilo y benzofurano-isoprenoide	+	-
		De cadena abierta	β -caroteno	+	-
Xantinas	$(Ar)_2-CO_2$	Pigmento polar	Xantina y xantona	++	?
Saponinas	$CHO-(C_5H_8)_n$	C_{27} y C_{18}	Estigmastan-glicósido, sitostan-glicósido	++	+
Seudo-carbohidratos	$(C_{5n}H_{10p-2}O_{5n}M)_n$	Hetero CHO	Moranolina	++	-
Flavonoides	$C_6-C_3-C_6$	Flavonas	Moracena, moracina, flavonona, dimoracina, morusina, kaemferol, quercetina	+++	-
		Isoflavonas	Isoquercetrina, isoquercetina	++	++
		Chalconas	Chalcomoracina, kuwanon	+	?
Alcaloides	$(R_3-N^+)X^-$	Sal de amonio	Trigonellina, deoxinojirimicina,	++	+
	Cadena abierta	Ácido	Ácido γ -aminobutírico	+++	-
Mucílagos	Poli-CHO	?	Albanoles, fitoalexinas	+++	-
Poli-heterociclos	R_1-O-R_2	Furano	Mulberofurano	++	-
Compuestos de naturaleza compleja	?	Aducto Diels-Alder	Catayanon A y B	+++	++

AF: actividad farmacológica, AT: actividad antinutricional o tóxica, ?: no se conoce o se informan datos polémicos, CHO: carbohidratos, Ar: radical aromático, R: radical arquilo, M: nitrógeno o azufre, X: anión, -: sin actividad, +: poca actividad, ++: actividad significativa, +++: elevada actividad

Cuadro 3. Estado del arte en investigaciones agrícolas desarrolladas con morera en Latinoamérica.

Temática	Generación de investigación					
	CI	P	G	FI	RC	RD
Evaluación de germoplasma		X		X		
Ecología y sistemática		X		X		
Viabilidad de la semilla		X		X		
Nutrición mineral y fuentes de fertilización			X		X	
Uso como abono verde		X		X		
Estrategias de propagación en vivero			X		X	
Estrategias de propagación directa en campo		X		X		
Agrotecnia en bancos forrajeros de corte			X		X	
Plagas y enfermedades		X		X		
Multiplicación <i>in vitro</i>		X		X		
Potencial energético	X					
Cercas vivas y cortinas rompevientos		X		X		
Potencial para ecosistemas frágiles		X		X		
Composición bromatológica y valor nutritivo			X		X	
Composición fitoquímica y toxicológica				X		X
Actividad biológica <i>in vitro</i>		X		X		
Nutrición animal y niveles de inclusión			X		X	
Potencial medicinal para humanos	X					
Uso en la sericultura tropical		X		X		
Uso en multi-asociaciones para pastoreo				X		X
Aceptabilidad del follaje			X		X	
Uso en la agricultura familiar	X					
Sistemas integrales de producción			X	X		
Paisajismo y horticultura	X					
Reciclaje de nutrientes		X		X		
SUMATORIA	4	12	7	15	6	2

CI: se carece de información, P: investigaciones puntuales, G: investigaciones generalizadas, FI: falta investigación (información incompleta), RC: resultados concluyentes, RD: resultados divergentes

de la extracción de principios activos y su inclusión en las labores de paisajismo y horticultura. Por otra parte, los aspectos relacionados con las estrategias de propagación en vivero, su nutrición mineral, uso de diversas fuentes de fertilización, agrotecnia en bancos forrajeros de corte, composición bromatológica y valor nutritivo, nutrición animal, niveles de inclusión en la dieta para rumiantes y aceptabilidad del follaje son muy conocidos; por lo que no se debe invertir significativos esfuerzos de investigación en dichas áreas del conocimiento, de forma comparativa con otras temáticas más novedosas.

Realizando un análisis por acápite, en cuanto a la evaluación de germoplasma se debe profundizar con las investigaciones, fundamentalmente con aquellos híbridos y variedades que ya han sido sometidos a un proceso de selección, pero que no se conoce

su comportamiento agronómico en condiciones controladas y de producción. También se debe prestar mayor atención a aquellas variedades locales, de las cuales no se conoce su procedencia precisa, con el objetivo de realizar caracterizaciones integrales para conocer sus potencialidades.

Con relación a la ecología y sistemática, aunque es un tema bastante tratado en países asiáticos, se deben realizar investigaciones en este sentido con las accesiones en las cuales no se conoce completamente su genealogía o sus progenitores directos.

En cuanto a la viabilidad de la semilla han prevalecido criterios empíricos que describen el período óptimo en que la semilla no pierde viabilidad. Sin embargo, la mayor parte de esta información ha sido obtenida de variedades e híbridos asiáticos

usados en la Sericultura. Por lo que se deben realizar experimentos con las variedades más importantes para conocer el período máximo en el cual la estaca, después de ser cortada, mantiene aún buena calidad biológica. Este aspecto ayudaría a conocer y en cuanto tiempo se puede hacer el traslado a sitios distantes para sembrar la especie.

En cuanto a la nutrición mineral y las fuentes de fertilización se han realizado muchas investigaciones. Sin embargo, la naturaleza de la fuente, en algunos casos, ha traído consigo resultados variables. Aunque constituye uno de los tópicos en los cuales los ensayos han sido generalizados, se debe realizar pruebas en condiciones edafoclimáticas variadas con otras fuentes orgánicas aportadoras de nitrógeno estableciendo frecuencias, dosis y niveles óptimos de aplicación.

Por otra parte, se debe explotar más las características del follaje de morera de descomponerse fácilmente en el suelo, para su uso como abono verde. Sin embargo, la elevada calidad nutricional de la biomasa hace que su utilización como abono al suelo sea menos práctica.

Las temáticas relacionadas con las estrategias de propagación en vivero y campo han sido muy abordadas. Se conocen el efecto de los principales factores en el comportamiento de la morera en la etapa inicial de crecimiento y por otra parte se ha establecido que la siembra por estacas directamente en el campo trae consigo pérdidas sustanciales, por lo que son dos tópicos en los cuales no se deben realizar investigaciones generales.

Aún cuando ya está bien establecida la agrotecnia para la morera en bancos de corte, se deben realizar investigaciones orientadas a conocer su comportamiento en condiciones edáficas variadas de cultivo (suelos alcalinos y ligeramente ácidos) donde no existe mucha información disponible.

Con relación a plagas y enfermedades, los estudios que se han realizado han sido puntuales y circunscritos a las áreas donde existen los mayores bancos de germoplasma en Latinoamérica por lo que se debe de estudiar con profundidad la susceptibilidad de las variedades más productivas y cuales podrían ser las plagas y las enfermedades causantes de mayores daños fuera de Centroamérica y el Caribe.

Sobre el uso de los métodos biotecnológicos para la propagación de la morera, existe poca información generada en Latinoamérica (Salas y Agramonte, 2002). En este tema se deben profundizar las investigaciones, fundamentalmente en la implementación de variantes no tradicionales de multiplicación *in vitro* con fines de su producción acelerada. Proceso que se justificaría coherentemente como respuesta a planes masivos de multiplicación en países o regiones ganaderas donde la morera constituya una planta de interés agroproductivo.

La carencia de información en cuanto al aprovechamiento del material leñoso remanente después de las cosechas; así como la caracterización energética de la leña (densidad calórica), de las principales accesiones utilizadas en los sistemas de corte y acarreo, hace que sean un tema por investigar; sobretodo donde se manejan sistemas integrales de producción basados en el aprovechamiento de todos los recursos disponibles.

En cuanto a su uso en cercas vivas y cortinas rompevientos, en Latinoamérica han prevalecido criterios empíricos y no se ha encontrado literatura científica publicada que describa el comportamiento de la morera en estos tipos de sistemas. Sin embargo, constituye un tema de investigación relevante en función de diferentes arreglos espaciales y como cultivos de contorno, dentro de sistemas agroforestales en zonas con pendientes o en los pie de montes continentales.

Con relación a su factibilidad de uso en ecosistemas frágiles, la información que existe está relacionada con trabajos generales o reseñas de la especie, considerando que la biomasa aérea de la especie presenta una rápida descomposición y que el sistema radical es profundo y compacto, podría ser una alternativa de uso para estos sistemas. Sin embargo, ha sido un tema poco estudiado en todo el continente.

Los estudios de composición bromatológica y valor nutritivo son numerosos y constituyen uno de los tópicos mejor estudiados, aun cuando se conoce poco sobre el efecto de los factores agronómicos más importantes en las fluctuaciones del perfil proteico y la bio-disponibilidad, tanto de macro como de microelementos. Asimismo, se han publicado pocos trabajos que involucren la técnica de producción de gases para caracterizar la especie y no se han abordado

con profundidad las posibles ventajas que presenta la especie en la modulación de la metanogénesis en rumiantes.

En cuanto a la fitoquímica y la toxicología, aunque se cuenta con información básica en ambos tópicos a partir de los estudios realizados con las variedades de mayor uso forrajero, las caracterizaciones del perfil secundario se han analizado en términos cualitativos y cuantitativos, solamente. Sin embargo, se deben de realizar ensayos de mayor profundidad, en los cuales se puedan aislar grupos mayoritarios o compuestos específicos, para realizar la dilucidación estructural de los componentes, aunada a la caracterización de la actividad biológica y toxicológica, que también son incipientes. Además, aunque se conoce las potencialidades antinutricionales y tóxicas de algunos compuestos, excluyendo la acción estrogénica del follaje, no se han realizado experimentos con monogástricos para conocer a que niveles de inclusión de la dieta comienzan a aparecer los problemas en este sentido. Tampoco se ha profundizado en el manejo de las concentraciones de estos metabolitos con fines benéficos en conejos, aves y cerdos.

Con relación al potencial medicinal de *Morus* spp. para humanos en Latinoamérica, constituye un tema que no ha sido documentado, basado en investigaciones in situ. Este aspecto se debe, a la poca costumbre del uso de la medicina alternativa y el aprovechamiento de la cultura oriental en el tratamiento de numerosas enfermedades. Sin embargo, es un tema que se le debe prestar mayor atención y desarrollar investigaciones en comunidades rurales, con enfoque participativo en el marco de la agricultura familiar, para fomentar el uso de la momera como una planta medicinal más.

En Latinoamérica aún no se encuentran publicadas investigaciones realizadas sobre el uso de la morera en la Sericultura Tropical. No obstante, es un tema que se ha venido trabajando fundamentalmente en Cuba en los últimos cinco años mediante un enfoque comunitario y dirigido fundamentalmente a pequeñas zonas con potencial productivo. Sin embargo, se deben generar mayor cantidad de información al respecto; así como publicar los resultados de estas novedosas investigaciones.

El uso de la morera para pastoreo ha resultado un tema muy polémico, debido a que solo una parte de la comunidad científica aprueba su uso para pastoreo. Los criterios negativos en este sentido han estado

sustentados fundamentalmente por los requerimientos nutricionales y las características morfoestructurales que presenta la planta. Sin embargo, se han publicado varias investigaciones al respecto que avalan su potencial para estos sistemas. No obstante, se requiere de un número mayor de investigaciones que aseveren su potencial como una especie para pastoreo-ramoneo. Los estudios deberían estar direccionados a conocer la carga animal óptima, los espaciamientos adecuados en función al tipo y categoría animal usada para pastoreo, la combinación de esta especie con otras leguminosas de comprobado potencial, el crecimiento en función de la interacción con las gramíneas acompañantes y el comportamiento, a mediano y largo plazo, en condiciones de pastoreo continuo en áreas comerciales.

En cuanto a la conservación del follaje como ensilaje y harina, aunque se conoce el patrón de fermentación general de la morera cuando es ensilada en condiciones tropicales, y se han realizado trabajos sobre la cinética de deshidratación de la planta entera sometida a plena exposición solar, se deben realizar investigaciones fundamentalmente para minimizar las pérdidas de nitrógeno en los efluentes producidos en los ensilajes, en función de la combinación del forraje con diferente materiales adsorbentes de amplia disponibilidad en cada área ganadera. También se deben realizar estudios sobre la adición de compuestos que establezcan en menor tiempo el proceso de fermentación, mediante ensayos aplicados, a escala de producción, para evaluar la respuesta animal con diferentes variantes de ensilajes donde el principal componente sea el follaje de la planta.

En cuanto a las investigaciones con harina, se deben estudiar variantes desde las más simples y rústicas a las más tecnificadas, de acuerdo a las condiciones climáticas y de recursos materiales de cada lugar, para optimizar el proceso de deshidratación del follaje a gran escala. Se deben realizar estudios de anaquel con el objetivo de conocer en que tiempo de almacenamiento la harina deshidratada comienza a perder su valor nutricional, por las variaciones intrínsecas de la composición química o la aparición de agentes externos que afecten su calidad. Adicionalmente, con la harina se deben estudiar posibles combinaciones para crear un alimento balanceado tropical enriquecido, sustituto potencial quizás de dietas para rumiantes y monogástricos. En sentido general, también se deben estudiar como

afectan los procesos de conservación la concentración de los metabolitos secundarios benéficos y tóxicos según la tecnología empleada.

Con relación a la aceptabilidad del follaje, todos los resultados han sido convergentes, demostrándose que cuando la morera es ofertada, inclusive con otras especies conocidas por los animales, se observa una preferencia marcada por su follaje fresco y deshidratado. Sin embargo, no se ha explotado la posibilidad de combinar la harina de esta especie, la cual es muy apetecida, con otros ingredientes alimenticios deshidratados (residuos de cosechas, frutos de árboles y forrajes autóctonos con elevados contenidos de proteínas y tóxicos), los cuales presentan aceptable calidad nutricional, pero que son rechazados por los animales cuando son suministrados como dieta única, en condiciones de estabulación.

CONCLUSIONES

Si bien es un consenso generalizado que la morera constituye una buena opción como forraje para los sistemas de producción animal en el trópico, a partir de las investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas en Latinoamérica, fundamentalmente en el campo de la agronomía y la producción animal, se ha generado un cúmulo de información importante y novedosa para su propagación y explotación a nivel de campo.

El potencial de la especie para sistemas agropecuarios no es conocido, en igual medida, en todos los países de la región. Fuera de Centroamérica y el Caribe, el uso de la morera para la alimentación animal es más limitado; aspecto que se encuentra asociado con el poco conocimiento que existe sobre la especie y la incipiente divulgación que se le ha dado en Suramérica, excluyendo a Brasil. En este sentido, se debe de realizar un mayor número de estudios en dichas zonas, con la finalidad de trazar estrategias viables de uso, en función de las particularidades socio-culturales de los productores y de aspectos inherentes a los sistemas de producción de cada país.

En este sentido, la morera se considera una especie subutilizada en Venezuela y en otros países de la región Latinoamericana, entre otros factores por los requerimientos en cuanto a fertilización que exige y a la concepción que tiene el productor Venezolano de simplificar notablemente las labores agrícolas para los cultivos forrajeros. En el país, aunque es

conocida generalmente en los círculos académicos, no ha existido una política coherente, a escala macro, que la promueva, más allá de algunos proyectos agroforestales con alcance regional y estatal, desarrollados en la última década.

Por otra parte, existe un defasaje importante entre la cantidad de información generada mediante investigación y el uso práctico que se le ha dado a la planta en condiciones de producción en fincas; lo cual constituye un aspecto sensible y medular en el que se debe trabajar en los próximos años.

LITERATURA CITADA

- Albert, A. y F. Contreras. 2002. Utilización de morera (*Morus alba*) en la alimentación de cuyes, en la localidad de Topes de Collantes. [cd room]. **In:** Memorias V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Almeida, J. E. De and T. Fonseca. 2002. Mulberry germplasm and cultivation in Brazil. **In:** Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 73-95.
- Alvárez V., M. G., O. O. Delgadillo D., T. Preston, L. Rodríguez y G. Di Martino. 2006. Arreglo alimenticio con especies forrajeras alternativas. **In:** Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.275.
- Anca, C. G., K. Dean and D. Willey. 1994. Correlation of sex and phytoestrogen levels in two dioecious species. *Plant Physiol.* 105: 65-68.
- Anca, C. G., K. Dean and D. Willey. 1995. Differential estrogenic activities of male and female plant extracts from two dioecious species. *Plant Science*, 109:31-36.
- Benavides, J.E. 2000. La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes*, 23(1): 1-14.
- Benavides, J. E. 2002. Utilization of mulberry in animal production systems. **In:** Mulberry for animal production. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 291.

- Canul, L., J. Sanginés, P. Lara y E. Aguilar. 2008. Alimentación de conejas con morera (*Morus alba*) o tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*). En: Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). **In:** Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Aragua, Venezuela. p.181.
- Cappelozza, L. 2002. Mulberry germplasm resources in Italy. **In:** Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 97-101.
- Cifuentes, C. A. y M. Ham-Kim. 1998. Cartilla de sericultura. CDTS, Colombia. p. 9-25.
- Cifuentes, C. A. y S. Kee-Wook. 1998. Manual técnico de sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Convenio SENA-CDTS, Colombia. 438 p.
- Contino, Y., F. Ojeda, R. Herrera, N. Altunaga, G. Pérez y J. L. Moliner. 2008. Evaluación del consumo de morera fresca en cerdos mestizos (Estudio hematológico, morfométrico e histológico). **In:** Memorias IV Reunión Nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles "Estrategias ambientalmente amigables". Colima, México. p.155.
- Datta, R. K. 2002. Mulberry cultivation and utilization in India. In: Mulberry for animal production. Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 45-62.
- Datta, R. K., A. Sarka, P. Rama Mohan Rao and W.R. Singhvi. 2002. Utilization of mulberry as animal fodder in India. **In:** Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 183-188.
- Domínguez, A., A. Pérez, Y. Soto, A. Días, I. Fernández, R. Rodríguez, A. Blanco y J. Revilla. 2002. Influencia de la aplicación de *Azotobacter chroococcum* y diferentes fuentes de materia orgánica en el desarrollo de esquejes de *Morus alba* L. *Pastos y Forrajes*, 25(2):87-92.
- Domínguez, A., E. Tellez y J. Revilla. 2001. Comportamiento inicial de dos especies de morera en fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes* 24(2): 147-152.
- Eun-Sun, K., P. Sung-Jean, L. Eun-Ju, K. Bak-Kwang, H. Hoon and L. Bong-Jin. 1999. Purification and characterization of Moran 20K from *Morus alba*. *Arch. Pharm. Res.* 22(1):9-12.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 1990. Sericulture training manual. FAO. Agricultural Services Bulletin, N° 80, Rome. 117 p.
- García, D. E., F. Ojeda y G. Pérez. 2002. Comportamiento fitoquímico de cuatro variedades de *Morus alba* en suelo Ferralítico Rojo con fertilización. [cd room]. **In:** Memorias V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- García, D. E. 2003. Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 120 p.
- García, D. E., F. Ojeda e I. Montejo. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). **In:** I. Análisis cualitativo de metabolitos secundarios. *Pastos y Forrajes*. 26(4):335-346.
- García, D. E. y F. Ojeda. 2004a. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). **In:** II. Polifenoles totales. *Pastos y Forrajes*, 27(1):59-64.
- García, D. E. y F. Ojeda. 2004b. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). In: III. Flavonoides totales. *Pastos y Forrajes*, 27(3):267-272.
- García, D. E. y F. Ojeda. 2004c. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). **In:** IV. Cumarinas totales. *Pastos y Forrajes*, 27(4):369-373.
- García, D. E. y O. López. 2004. Los fitoestrógenos: ¿mito o amenaza para la alimentación animal en el trópico?. *Pastos y Forrajes*, 27(4): 303-316.
- García, D. E., M. Soca y M. G. Medina. 2005a. Acción antihelmíntica de seis extractos de morera en la viabilidad de larvas infestantes (L3) de

- nemátodos gastrointestinales. Pastos y Forrajes, 28(4):319-328.
- García, D. E., M. G. Medina, M. Soca e I.L. Montejo. 2005b. Toxicidad de las leguminosas forrajeras en la alimentación de los animales monogástricos. Pastos y Forrajes, 28(4):279-289.
- García, D. E., María G. Medina y F. Ojeda. 2005c. Carbohidratos solubles en cuatro variedades de morera (*Morus alba* Linn.). Pastos y Forrajes, 28(3):233-239.
- García, D. E. 2006. Germoplasma para desarrollar sistemas agroforestales en el estado Trujillo. **In:** Memoria I Curso Nacional de Agroforestería “Metodología de evaluación para sistemas agroforestales”. INIA, Trujillo, Venezuela.
- García, D. E., Y. Noda, M. G. Medina, G. Martín y M. Soca. 2006. La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico. Avances en Investigación Agropecuaria (AIA), 10(1): 55-72.
- García, D. E., M. G. Medina, L. Cova, M. Soca, P. Pizzani, A. Baldizán y C. Domínguez. 2008. Aceptabilidad por vacunos, ovinos y caprinos de follajes tropicales en el estado Trujillo, Venezuela. **In:** Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Aragua, Venezuela. p. 73.
- García, D.E., M.G. Medina, L.J. Cova, T. Clavero, A. Torres, M.E. Gonzáles y P. Pizzani. 2009. Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ. (en prensa).
- García, F.; Ma. L. Mederos, A. Salinas y J. Reyes. 2002. Utilización de la harina de hoja de morera peletizada como sustituto de concentrado en la ceba cunicula. [cd-rom]. **In:** Memorias V Taller Internacional Silvopastoril. I Reunión Regional de Morera. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Giraldo, M. A. M., A. B. H. González, S. S. I. Cárdenas, L. A. M. Londoño y L. M. Villalba. 2006. Caracterización química y determinación de la energía metabolizable aparente con balance de nitrógeno de *Morus alba* y *Malvaviscus* sp. en pollos de engorde. **In:** Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.114.
- González, D. 2004. Respuesta productiva de cerdos alimentados con jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y follaje de morera (*Morus alba*), en una granja integral. Tesis de maestría en producción animal. Universidad Central de Venezuela
- González, D. 2004. Respuesta productiva de cerdos alimentados con jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y follaje de morera (*Morus alba*), en una granja integral. Tesis de maestría en producción Aragua. Venezuela 65 p.
- González, E., D. Delgado y O. Cáceres. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). **In:** Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- González, E., M. Ortega, J. Arece y O. Cáceres. 2001. Efecto de diferentes niveles de morera en el consumo y el crecimiento de cabritas destetadas. Pastos y Forrajes. 24(4): 347-351.
- González, E.; Delgado, Denia y Cáceres, O. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). **In:** Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p.69-72.
- González, J., J. E. Benavides, M. Kass y M., Esperance. 2000. Evaluación de la calidad nutritiva de la morera (*Morus* sp.) ensilada, con bovinos de engorde. [cd room]. **In:** Memorias I Taller Internacional de Morera “La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Ho-Zoo, L. and L. Won-Chu. 2001. Utilization of mulberry leaf as animal feed: feasibility in Korea. **In:** Mulberry for animal feeding in

- China. (Eds. Jian, L.; Yuyin, C.; Sánchez, M. & Xingmeng, L.). Hangzhou, China. 75p.
- Jegou, D., J. J. Waelput y G. Bronschwig. 1994. Consumo y digestibilidad de la morera seca y del nitrógeno del follaje de morera (*Morus alba*) y amapola (*Malvaviscus arborea*) en cabras lactantes. **In:** Árboles y arbustos forrajeros de América Central. CATIE. (Benavides, J. E., ed) Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, p.155-162.
- Jiménez, M., J. Aguirre, M. Ibrahim y D. Pezo. 1998. Efecto de la suplementación con morera (*Morus alba*) en la ganancia de peso postdestete de terneras de lechería. *Agroforestería en las Américas*, 5(17): 24-28.
- Kitahara, N. 2001. Mulberry-pasture association system in Japan. **In:** Mulberry for animal feeding in China. (Eds. Jian, L.; Yuyin, C.; Sánchez, M. & Xingmeng, L.). Hangzhou, China. p. 27-28.
- Kitahara, N., S. Shibata, M. Kawano, S. Takahashi y T. Nishida. 2002. Utilization and management of mulberry (*Morus* sp.) for forages. 2. Survivals of mulberry trees harvested by cattle browsing and clipping. *Grassland Science*. 48(5): 412-418.
- Lara, P. E., M. C. Canché, N. B. Marrufo y J. R. Sanginés. 2007. Pastoreo restringido de ovejas Pelibuey en bancos de proteína de morera (*Morus alba*). *Pastos y Forrajes*, 30(2): 267-277.
- Lara, P. E., A. Mena, J. R. Sanginés y F. Quintal. 2008a. Inicio de la actividad ovárica y ganancia de peso de ovejas suplementadas con morera (*Morus alba*) o tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*). **In:** Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). *Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible*. Aragua, Venezuela. p.93.
- Lara, P. E., J. M. Couoh y J. R. Sanginés. 2008b. Evaluación del forraje de morera (*Morus alba*) o tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) en la finalización de cerdos. **In:** *Memorias IV Reunión Nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles "Estrategias ambientalmente amigables"*. Colima, México. p.197.
- Leiva, L., J.L. López e Y. Quiñonez. 2002. Digestibilidad y comportamiento de cerdos de preceba alimentados con harina de morera. [cdrom]. **In:** V Taller Internacional Silvopastoril y I Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Lemus, I., R. García, E del Villar and G. Knop. 1999. Hypoglycaemic activity of four plants used in Chilean popular medicine. *Phytoterapy Research*, 13(2): 91-94.
- Lim, S., K. Young-Taek and L. Sang-Poong. 1990. Sericulture training manual. (Eds. Jun, R., Jung-Sung, L. & Byung-Ho, L.). FAO Agricultural Services Bulletin N° 80. 117 p.
- Machii, H., A. Koyama and H. Yamanouchi. 1999. A list of genetic mulberry resources maintained at Nacional Institute of Sericultural and Entomological Science. *Misc. Publ. Natl. Seric. Entomol.*, 26: 1-77.
- Machii, H., A. Koyama and H. Yamanouchi. 2002. Mulberry breeding, cultivation and utilization in Japan. **In:** *Animal Production and Health Paper No. 147*. FAO, Rome. p.63.
- Maldonado, M., D. Grande, E. Aranda y F. Pérez-Gil. 2000. Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México. **In:** *Memorias IV Taller Internacional "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical"*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p.135-142.
- Martín, G., F. Reyes, I. Hernández and M. Milera. 2002. Agronomic studies with Mulberry in Cuba. **In:** *Mullberry for animal production and health paper N° 147*, FAO, Rome p.103-112.
- Martín, G. J. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de la biomasa de la morera (*Morus alba* Linn.). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 90 p.
- Martín, G. J., Y. Noda, G. Pentón, D. E. García; F. García, E. González, F. Ojeda, M. Milera, O. López, J. Ly, L. Leiva y J. Arece. 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 30(1): 3-19.

- Mayer, K. and C. G. Anca. 2000. Phytoestrogens in dioecious Moraceae and dietary plants. **In:** Memorias V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Medina, M. G., L. Lamela y D. E. García. 2004. Supervivencia de la morera (*Morus alba*) en una asociación sometida a pastoreo y corte. *Pastos y Forrajes*, 27(3): 241-245.
- Medina, M. G., L. Lamela y D. E. García. 2005. Comportamiento del estrato herbáceo de una asociación de *Morus alba* con *Panicum maximum*. *Pastos y Forrajes*, 28(4): 291-297.
- Medina, M. G. 2004. Evaluación agronómica de una asociación de *Panicum maximum* y *Morus alba* (Linn.) en condiciones de pastoreo simulado. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 74 p.
- Medina, M. G., D. E. García, T. Clavero, J. Iglesias y J. G. López. 2006. Comportamiento inicial de la morera (*Morus alba* L.) en la zona baja de los andes venezolanos. **In:** Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.48.
- Medina, M. G., D. E. García, T. Clavero, J. Iglesias y J. G. López. 2007. Influencia de la distancia entre surcos y altura de corte en algunos indicadores de *Morus alba* L. sometida a pastoreo. *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ*. 24(3): 468-480.
- Mengzhao, Y. 1989. Determination of sterol plant growing substance in mulberry leaves. *Journal of Zhejiang Agricultural University*. 15 (4):335.
- Milera, M. 2006. Sistemas de producción de leche a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. *Pastos y Forrajes*, 29(2):109-135.
- Moreno F., A. Márquez y T. Preston. 2005. Cuatro métodos de propagación vegetativa de Morera (*Morus alba*). *Livestock Res. Rural Develop.*, Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd17/5/morel17058.htm>
- Nieves, D., J. Cordero, O. Terán y C. González. 2004. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. *Zootecnia Trop*. 22 (2): 183-190.
- Noda, Y. y G. Martín. 2008. Efecto del marco de siembra en el establecimiento de la morera para su inclusión en los sistemas ganaderos. **In:** Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Aragua, Venezuela. p.104.
- Noda, Y., G. Martín y A.R. Mesa. 2007. Nota técnica: Influencia de la densidad de plantación en el establecimiento de la morera. *Pastos y Forrajes*. 30(4): 431-436.
- Noda, Y., G. Pentón y G. J. Martín. 2004. Comportamiento de nueve variedades de *Morus alba* (L.) durante la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 27(2): 131-138.
- Obrador-Olán PV, Hernández-Sánchez D, Aranda-Ibáñez EM, Gómez-Vázquez A, Camacho-Chiu W y M Cobos-Peralta. 2007. Evaluación de los forrajes de morera *Morus alba* y tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* a diferentes edades de corte como suplemento para corderos en pastoreo. *Universidad y Ciencia*, 23 (2): 115-125.
- Ojeda, F., I. Montejó y G. Pérez. 2008. Dinámica de fermentación de los compuestos nitrogenados en una proporción 70:30 de hierba guinea y morera. **In:** Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Aragua, Venezuela. p. 106.
- Pacheco, D., P. E. Lara y R. Sanginés. 2002. Niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en la ración de ovinos de engorde. **In:** I Reunión regional "Morera, planta multipropósito". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Pentón, G. y G. Martín. 2008. Efecto agroproductivo del manejo combinado, frecuencia de corte-fertilización biológica y mineral en una plantación de morera. **In:** Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Aragua, Venezuela. p. 116.

- Pentón, G., G. Martín, A. Pérez e Y. Noda. 2007. Comportamiento morfoagronómico de variedades de morera (*Morus alba* L.) durante el establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 30(3): 315-325.
- Pérez, C., A. Borroto, C. Mazorra, A. Negrín y D. Vega. 2006a. Comportamiento de hembras caprinas en desarrollo alimentadas con forrajes proteicos (*Morus alba* y *Leucaena leucocephala*). **In:** Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.50.
- Pérez C., J. L. López, A. Borroto, D. Vega, P. Peña y A. Negrín. 2006b. Arbóreas forrajeras (*Leucaena leucocephala* y *Morus alba*) como alternativas de fuentes proteicas en la alimentación de cabras criollas en producción de leche. **In:** Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.51.
- Ranvindran, S. 1997. Distribution and variation in mulberry germplasm. *Indian J. Plant Genetic Resources*. 10(2):233-242.
- Rodríguez, C., R. Arias y J. Quiñónez. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de morera (*Morus* sp.). **In:** Árboles y arbustos forrajeros de América Central. CATIE. (Benavides, J. E., ed) Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, p.515-529.
- Rojas, C., L. Rodríguez y T. Preston. 2006. Efecto de una dieta de morera (*Morus* sp.) ad limitum sobre el consumo y crecimiento en conejos (*Oryctolagus cuniculus*). **In:** Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.73.
- Rojas, H., J. E. Benavides y M. Fuentes. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera. **In:** Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica . Vol. 2. p.305.
- Rusong, Z., X. Jinyi and Y. Yinping. 2000. Effect on the content of flavonol in mulberry leaf by different growing area. *The Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy*. 17(1):11-13.
- Salas, B. J. E. y P.D. Agramonte. 2002. Establecimiento in vitro de morera (*Morus alba* L.) variedad criolla o cubana. **In:** Memorias V Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical” y II Reunión Regional de Morera. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Sánchez, M. D. 2001. Mulberry as animal feed in the world. **In:** Mulberry for animal feeding in China. (Eds. L. Lian, C. Yuyin, M. Sánchez and L. Xingmeng). Hangzhou, China. p. 17.
- Sánchez, M. D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. **In:** Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p.1.
- Sánchez, S. y F. Reyes. 2000. Estudio de la macrofauna edáfica en sistemas de asociación de *Morus alba* con plantas arbóreas leguminosas. **In:** Memorias V Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical” y II Reunión Regional de Morera. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Schmidek, A., R. Takahashi, A. Núñez de Medeiros and K.T. Resende. 2002. Bromatological composition and degradation rate of mulberry in goats. **In:** Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 207-211.
- Singh, B. and H. P. S. Makkar. 2002. The potencial of mulberry foliage as a feed supplement in India. **In:** Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 139-155.
- Soca, M., D. E. García y M. González. 2004. Nota técnica: Efectividad del extracto acuoso de *Morus alba* en las larvas infectivas (L3) de nemátodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes*, 27(3): 279-283.
- Talamucci, P. and A. Pardini. 1993. Possibility of combined utilization of *Morus alba* and *Trifolium subterraneum* in the Tuscan Maremman (Italy). REUR Technical Series No. 28. p. 206.
- Terril, T. H., A. M. Rowan, G. B. Douglas and T. N. Barry. 1992. Determination of bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein

- concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food. Agric.*, 58: 321-329.
- Vallejo, M. A. y F. J. Oviedo. 1994. Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central. **In:** Árboles y arbustos forrajeros de América Central. CATIE. (Benavides, J. E., ed) Turrialba, Costa Rica. Vol.1, p.155-162.
- Xiangrui, Z. y L. Hongsheng. 2001. Composition and medical value of mulberry leaves. **In:** Mulberry for animal feeding in China. (Eds. Jian, L.; Yuyin, C.; Sánchez, M. & Xingmeng, L.). Hangzhou, China. 75 p.
- Ye, Z. 2002. Factor influencing mulberry leaf yield. **In:** Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 123-130.
- Yongkang, H. 2002. Mulberry cultivation and utilization in China. *In:* Animal Production and Health Paper N° 147. FAO, Rome. p. 11-43.
- Zepeda, J. 1991. El árbol de oro. Los mil usos de la morera. *Medio Ambiente.* 47:28-29.

Factores de riesgo asociados a la tripanosomosis bovina en explotaciones ganaderas de Venezuela

Claribel Suárez^{1*}, Francisco García², Diego Román¹, Alfredo Coronado¹, Trina Perrone^{3†}, Armando Reyna⁴ y Nereida Parra³

¹Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. Decanato de Ciencias Veterinarias Barquisimeto, estado Lara. Venezuela.

*Correo electrónico: sclaribel@ucla.edu.ve.

²Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, estado Aragua. Venezuela.

³Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Distrito Capital. Venezuela.

⁴Universidad Nacional Experimental "Simón Rodríguez". Caracas, Distrito Capital. Venezuela.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar los factores de riesgo asociados a la tripanosomosis bovina en explotaciones ganaderas de Venezuela. Se procesaron 1.675 muestras para el estudio de la infección activa (IA) y 1.572 para serología, procedentes de 49 explotaciones ganaderas distribuidas en 4 regiones geográficas: llanos (orientales y occidentales), sur del lago, centro-occidental y andina. La IA se determinó por la técnica de microcentrifugación y la seropositividad a *Trypanosoma vivax* fue detectada mediante las técnicas de inmunofluorescencia indirecta y el ensayo inmunoenzimático ELISA. A través de una encuesta epidemiológica se recabó información sobre tipo racial, edad, sexo, propósito, manejo y tratamiento tripanocida (principio activo y frecuencia de aplicación). Se obtuvo una tasa de infección activa general de 5,9% y una seropositividad general de 33,1%. Los siguientes parámetros (factores de riesgo) tuvieron asociación positiva con la seropositividad: ausencia de aplicación de drogas tripanocidas (OR=2,62), uso de diminaceno (OR=1,87), grupo etario mautes(as) (OR=1,48) y adultos (OR=1,41), tipo racial *Bos indicus* (OR=1,80), propósito carne (OR=1,29) y manejo semi-intensivo (OR=1,40). Los factores asociados negativamente (efecto protector) fueron: aplicación de drogas tripanocidas (independientemente del principio activo; OR=0,38), aplicación de isometamidio (OR=0,35), frecuencia de uso de drogas tripanocidas de forma regular con intervalo de 4 a 6 meses (OR=0,62) y mayor a 6 meses (OR=0,33), grupo etario becerros (as) (OR=0,39), tipo racial mestizos de *Bos taurus* por *B. indicus* (OR=0,63) y manejo extensivo (OR=0,71). Estos factores deben ser considerados en la implementación de planes estratégicos de control en áreas endémicas de esta enfermedad.

Palabras clave: *Trypanosoma vivax*, tripanosomosis, factores de riesgo.

Risk factors associated with the bovine trypanosomosis of livestock farms in Venezuela

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the risk factors associated with bovine trypanosomosis in cattle ranches in Venezuela. There were processed a total of 1.675 blood samples for active infection study and 1.572 for serology, collected in 49 cattle herds from livestock farms scattered in nine states of the country and 4 different geographical regions: east and west plains, south lake, central-west, and andean. Microcentrifugation technique was used to detect active infection by *Trypanosoma vivax*, while seropositivity to this hemoprotozoan was detected by both the indirect immunofluorescence technique and the ELISA immunosorbent assay. Through an epidemiological survey, information on the racial, age, gender, purpose, management, and tripanocidal treatment (active ingredient

and frequency of application) was gathered. There was a general active infection rate of 5,9% and an overall 33,1% seropositivity. The following parameters (risk factors) were positive associated to seropositivity: lack of implementation of trypanocidal drugs (OR=2,62), use of diminazeno (OR=1,87), age group heifers (OR=1,48) and adults (OR=1,41), racial *Bos indicus* (OR=1,80), purpose meat (OR=1,29), and semi intensive handling (OR = 1,40). Factors associated negative (protective effect) were trypanocidal drug application (irrespective of the active ingredient) (OR=0,38), implementing isometamidium (OR=0,35), frequency of use of drugs on a regular basis with trypanocidal drugs at interval of 4 to 6 months (OR=0,62) and longer than 6 months (OR=0,33), age group calves (OR=0,39), racial mixed breed *B. taurus* x *B. indicus* (OR=0,63), and extensive management (OR=0,71). These factors should be considered in the implementation of strategic plans to control this disease in endemic areas.

Keywords: *Trypanosoma vivax*, trypanosomosis, risk factors.

INTRODUCCIÓN

Trypanosoma vivax es un parásito que afecta principalmente a rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos y bufalinos) causando fiebre, anemia severa, pérdida de la condición corporal, trastornos reproductivos, pérdidas significantes en la producción y muertes ocasionales. La enfermedad presenta un carácter enzoo-epizoótico en las áreas afectadas (Desquesnes, 2004).

La tripanosomosis bovina (TB) tiene un importante impacto económico y social producto de sus efectos directos e indirectos. Las consecuencias directas son debidas a la mortalidad, efectos de la enfermedad (emaciación, retardo del crecimiento, abortos, infertilidad temporal, entre otros), y gastos derivados de su control (costos de pruebas diagnósticas, tratamiento y profilaxis). Los resultados indirectos se deben a la disminución de la producción de leche y carne, lo que contribuye al déficit proteico en la población humana y en la producción agropecuaria atenta contra el mejoramiento genético y zootécnico, limitando la posibilidad de introducción de reproductores de razas exóticas en áreas productivas (Finelle, 1974).

Los estudios seroepidemiológicos y de diagnóstico de la TB en Venezuela indican que tiene una amplia distribución geográfica en diferentes estados y regiones ganaderas, con cifras variables de prevalencia, afectando a rebaños de distintos propósitos (leche, carne y doble propósito) y componentes raciales (Toro *et al.*, 1980; Duno, 1992; Perrone *et al.*, 1992; Tamasaukas y Roa, 1991-1992; Sandoval *et al.*, 1998; Guillen *et al.*, 2001 y Rivera *et al.*, 2001). Al respecto los estudios efectuados por

Toro *et al.* (1980) en diferentes regiones de Venezuela, destacan una prevalencia general del orden de 20,8% (rango 3,4 a 33,5%). Por su parte, Duno (1992) observó una seroprevalencia de 57,6% en fincas de la región nor-oriental del estado Falcón, mientras que Tamasaukas y Roa (1991-1992), señalaron una seroprevalencia promedio de 33,8% en explotaciones del norte-centro y sur-oriente del estado Guárico.

Las anteriores investigaciones realizadas en el país así como en otras regiones de Latinoamérica (Otte y Abuabara, 1989; Desquesnes y Gardiner, 1993) y en África (Murray, 1989; Anene *et al.*, 1991), relacionan la prevalencia de TB con factores propios del hospedador como edad, sexo, raza, propósito y otros como sistema de manejo, densidad poblacional, extensión de la explotación, presencia y control de vectores, regiones o zonas agroecológicas, estación climática y aplicación de tratamientos tripanocidas. También se indican la movilización de ganado infectado entre regiones, lo cual se ha incriminado con brotes de tripanosomosis en Colombia (Otte y Abuabara, 1989), en la región del Pantanal en Brasil y en tierras bajas de Bolivia, además de considerar la presencia de reservorios en algunas regiones (Silva *et al.*, 2005).

Estos estudios evidencian la necesidad de efectuar investigaciones que determinen el rol de algunos factores que influyen en el comportamiento epidemiológico del *T. vivax* en Venezuela. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue categorizar los factores de riesgo asociados a la infección activa (IA) y seropositivity (SP) de la TB, con la finalidad de que sirvan como criterios técnicos en la implementación de programas de control de esta

hemoparasitosis que afecta la salud, productividad y mejoramiento de la ganadería vacuna en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se procesaron un total de 1.675 muestras para el estudio de la IA y 1.572 para serología, recolectadas durante el período 2002-2006, provenientes de 49 explotaciones ganaderas de 4 regiones y 9 estados: llanos orientales y occidentales (Anzoátegui, Apure, Barinas y Portuguesa), centro-occidental (Falcón), sur del lago de Maracaibo (norte de Mérida, Trujillo y Zulia) y andina (zona alta de Táchira), correspondientes a diferentes zonas de vidas o paisajes fisiográficos, según el sistema de Holdridge (Ewel *et al.*, 1976). Las unidades de producción ubicadas en la región de los llanos y parte de Falcón (Tucacas, municipio Silva) corresponden a la zona de bosque seco tropical o ecosistema de sabana con un límite altitudinal desde el nivel del mar hasta 1.000 m.s.n.m., temperatura media anual de 27°C, precipitación promedio de 1.423 mm y humedad media de 76%. La región sur del lago está enmarcada como bosque húmedo tropical con una precipitación entre 1.800 a 3.500 mm, temperatura promedio mayor a 24°C, humedad relativa entre 82 y 93% y una altitud desde el nivel del mar hasta casi 1.000 m.s.n.m. La zona alta del estado Táchira está definida como bosque húmedo montano bajo con una altitud entre 1.500 a 2.600 m.s.n.m., precipitación entre 1.000 y 2.000 mm anuales y temperatura media de 11 a 12°C.

Las muestras se tomaron directamente de la vena yugular, utilizando tubos Vacutainer® con anticoagulante para el estudio de IA y sin anticoagulante para las pruebas serológicas. Al momento de la extracción de muestras, se aplicó una encuesta para la obtención de datos relacionados con los animales (tipo racial, edad, sexo, propósito), tipo de manejo y tratamiento tripanocida (principio activo y frecuencia de aplicación). Para el estudio de la IA a *T. vivax* se utilizó la técnica de microcentrifugación (Woo, 1970). La identificación de la especie de tripanosoma se realizó mediante frotis sanguíneos coloreados. La SP fue determinada mediante la técnica de inmunofluorescencia indirecta (Espinoza, 1990), usando como antígeno frotis sanguíneos provenientes de un caprino infectado con *T. vivax* y el ensayo inmunoenzimático ELISA, usando extracto antigénico de *T. evansi*, dada la alta antigenicidad cruzada que presenta con *T. vivax* (Desquesnes y

Tresse, 1996). Los datos se procesaron mediante análisis descriptivos (tablas de contingencia), análisis de varianza y comparaciones de medias usando la prueba C de Dunnett con una diferencia significativa calculada a un nivel de 0,05. La fuerza de asociación entre las variables fue calculada mediante la Razón de Posibilidades (Odds Ratio=OR), utilizando el programa Epi Info, versión 3.3.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evidenciaron amplias diferencias entre los hallazgos parasitológicos y serológicos, siendo la tasa de infección activa general para *T. vivax* de 5,9%, mientras que la tasa general de SP fue 33,1% (Cuadro 1). Este valor fue mayor al obtenido por Toro *et al.* (1980), quienes registraron una SP general de 25,5% en un amplio muestreo (1.884 muestras, 39 fincas, 9 estados y en diferentes regiones). En un estudio reciente realizado por González y Meléndez (2007), se obtuvo una seroprevalencia de 37,5% en bovinos del estado Carabobo. Estos trabajos demuestran la extensa distribución geográfica de la tripanosomosis en rebaños vacunos de Venezuela en distintos sistemas de producción (leche, carne y doble propósito).

La región de los llanos presentó valores de IA (9,5%) y SP (41,4%) significativamente superiores a las demás regiones estudiadas, lo cual confirma que la tripanosomosis es enzoótica en el llano venezolano, tal como ha sido corroborado por diferentes investigadores en bovinos del estado Guárico (llanos centrales; Toro *et al.*, 1980 y 1983, Tamasaukas y Roa, 1991-1992 y Perrone *et al.*, 1992), de Apure (llanos occidentales; Toro *et al.*, 1980) y de Monagas (llanos orientales; Alfaro *et al.*, 2007). Similarmente, Guillén *et al.* (2001) registraron una mayor SP a *T. vivax* en bovinos de los llanos en comparación con otras regiones. Estos resultados tienen gran importancia debido a que la principal actividad agropecuaria en la región de los llanos de Venezuela es la ganadería de carne. En esa extensa área se concentra el 60% del rebaño vacuno nacional (Comerma y Chacón, 2002) y donde la tripanosomosis está ampliamente diseminada, constituyendo un riesgo importante para la salud y productividad animal en esa región estratégica para la seguridad alimentaria del país.

En las demás regiones estudiadas se observó un bajo valor de IA con bajos o moderados porcentajes de SP (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tasas de infección activa (TIA) y de seropositividad (SP) a *T. vivax* por regiones.

Región	Muestras de sangre	TIA	Muestras de suero	SP
	Nº	%	Nº	%
Llanos	992	9,5a†	982	41,4a
Centro-occidental	397	0,8b	304	22,0b
Sur del lago	166	0,6b	166	20,5c
Andina	120	0,0b	120	10,0c
Total	1.675	5,9	1.572	33,1

† Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre medias en la misma columna.

En otros estudios realizados por Duno *et al.* (1992), en la región nororiental del estado Falcón, se diagnosticó el parásito solamente en 1% de los bovinos, mientras que 57,8% presentaron anticuerpos anti-*T. vivax*.

Los bovinos no tratados con drogas tripanocidas presentaron un mayor valor de IA (19%) y SP (47,6%), que contrastó significativamente con el bajo valor de IA (1,6%) y moderada SP (25,7%) observada en los animales que recibieron tratamiento previo (Cuadro 2). Este resultado coincide con estudios de Tamasaukas y Roa (1991-1992) en Guárico, quienes evidenciaron una asociación altamente significativa entre la prevalencia promedio (34,9%) y las fincas donde no se aplicó ningún tratamiento tripanocida (curativo y/o preventivo). Por su parte, Desquesnes y Gardiner (1993) incluyen la falta o los tratamientos ocasionales con drogas tripanocidas como una de las situaciones epidemiológicas que favorecen a la TB en la Guayana Francesa. La ausencia de tratamiento tripanocida resultó ser un factor de riesgo para la IA (OR=14,03) y la SP (OR=2,62) a *T. vivax*, mientras que la aplicación de drogas tripanocidas, como método quimioprofiláctico en las explotaciones ganaderas estudiadas, tuvo un efecto protector para ambos parámetros (OR=0,07 y 0,38, respectivamente) ver Cuadros 3 y 4.

El principio activo usado como droga tripanocida influyó en la tasa de IA y en la SP a *T. vivax*. Se observaron diferencias significativas entre la IA de los animales tratados con isometamidio (2,1%) y los tratados con diminaceno (0%), mientras que los bovinos tratados con ambas drogas no presentaron diferencias significativas (0,9%) con respecto a los otros grupos.

En contraste, el grupo tratado con isometamidio presentó una menor SP (20,6%), significativamente diferente con los animales tratados con diminaceno (45%) y con ambas drogas (32,1%; Cuadro 2). No se observaron diferencias significativas entre los valores de SP del grupo que recibió tratamiento previo con diminaceno y los animales no tratados. Al analizar los potenciales factores de riesgo, se observó el efecto protector de la aplicación de diminaceno (OR=0,00), isometamidio (OR=0,19) o ambas drogas (OR=0,12) sobre la IA (Cuadro 3). Sin embargo, se evidenció que la aplicación exclusiva de diminaceno constituyó una exposición de riesgo (OR=1,87) asociado a la SP, mientras que el uso de isometamidio tuvo un efecto protector (OR=0,35; Cuadro 4).

Los resultados anteriores corroboran el efecto profiláctico del isometamidio al disminuir el riesgo de re-infecciones durante el período de protección, que varía de 3 a 6 meses a nivel de campo (Peregrini *et al.*, 1987; Eisler *et al.*, 1996), reflejándose en una menor SP. No obstante, los tripanosomas circulantes detectados en un bajo porcentaje de este grupo podrían atribuirse a la forma de aplicación esporádica del isometamidio en 23,8% de los animales, lo que implica un uso inadecuado de esta droga. Aunado a esto, el efecto del isometamidio va a depender del nivel de desafío o reto parasitario a campo; de esta forma, en zonas de alto reto va a ser menor la duración del período de protección (Ogunyemi e Ilemobade, 1989), por lo tanto la aplicación esporádica de drogas tripanocidas no limita la transmisión potencial del *T. vivax* en áreas enzoóticas de mediana y alta incidencia, reflejándose en los valores de SP observados.

Cuadro 2. Tasa de infección activa (TIA) y seropositividad (SP) a *T. vivax* en bovinos según los factores de riesgo potenciales.

Variable	Animales	TIA	Animales	SP
	Nº	%	Nº	%
<u>Drogas tripanocidas</u>				
No tratados con drogas tripanocidas	405	19,0b†	414	47,6b
Tratados con drogas tripanocidas	1.215	1,6a	1.103	25,7a
<u>Principio activo de la droga tripanocida</u>				
Tratados con diminaceno	131	0,0a	131	45,0b
Tratados con isometamidio	854	2,1b	757	20,6a
Tratados con diminaceno e isometamidio	230	0,9b	215	32,1b
<u>Frecuencia de aplicación de la droga tripanocida</u>				
Esporádicamente	450	4,0a	431	33,9a
Cada 4 a 6 meses	388	0,26b	388	24,5b
Mayor a 6 meses	376	0,27b	283	15,2c
<u>Grupo etario</u>				
Becerras (as)	354	2,8a	305	18,4 ^a
Mautes (as)	302	4,6a	290	40,3b
Novillos (as)	109	4,7a	103	28,2
Adultos	887	7,8 b	855	36,5c
<u>Tipo racial</u>				
<i>Bos taurus</i>	857	7,5a	820	30,9a
<i>Bos indicus</i>	363	6,1a	339	42,2b
<i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i>	393	2,8b	371	24,5a
<u>Sexo</u>				
Machos	358	4,2	322	32,9
Hembras	1.295	6,4	1.225	33,1
<u>Propósito</u>				
Bovinos de leche	705	8,9a	713	30,2
Bovinos de carne	531	5,8a	495	35,6
Bovinos doble propósito	388	0,8b	333	29,7
<u>Manejo</u>				
Semi-intensivo	1.222	6,3	1.154	33,6a
Extensivo	403	5,0	388	26,5b

† Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre medias de la misma variable.

Considerando que el diminaceno es una droga curativa (Muñoz *et al.*, 2003) y no tiene efecto profiláctico, la ausencia de IA y la alta SP encontrada en este grupo, sugiere que, aún cuando el diminaceno logra controlar a los parásitos en sangre a niveles no detectables por las técnicas parasitológicas directas utilizadas, pudieran ocurrir recidivas de la infección cuando los parásitos no son eliminados totalmente o presentarse re-infecciones. Según Folkers (1966), las recidivas aparecen en un promedio de 23 días luego de la aplicación de diminaceno. Otra posible causa

de la ausencia de IA en el grupo de bovinos tratados con diminaceno, es el fenómeno de parasitemia ondulante característica del curso de la infección por tripanosomas salivarios, lo que pudiera conllevar a resultados falsos negativos.

Por razones de costo, en áreas enzoóticas de tripanosomosis existe la tendencia a usar drogas curativas en vez de profilácticas, con uso frecuente sin un diagnóstico previo y con discrepancias en la calidad de las presentaciones comerciales (Holmes *et al.*, 2004). En Venezuela se usa el diminaceno con

Cuadro 3. Asociación entre la tasa de infección activa a *T. vivax* y los factores de riesgo potenciales.

Variable	OR	IC
<u>Asociación positiva (exposición de riesgo)</u>		
No tratados con drogas tripanocidas	14,03	8,25-24,07
Grupo etario adultos	2,14	1,34-3,42
Tipo racial <i>Bos taurus</i>	1,77	1,13-2,79
Propósito leche	2,55	1,63-4,01
<u>Asociación negativa (efecto protector)</u>		
Tratados con drogas tripanocidas	0,07	0,04-0,12
Tratados con diminaceno	0,00	0,00-0,15
Tratados con isometamidio	0,19	0,11-0,32
Tratados con diminaceno e isometamidio	0,12	0,02-0,50
Uso esporádico de drogas tripanocidas	0,58	0,33-1,00
Uso de drogas tripanocidas con intervalo de 4-6 meses	0,03	0,00-0,20
Uso de drogas tripanocidas con intervalo > a 6 meses	0,03	0,00-0,21
Grupo etario becerros(as)	0,40	0,19-0,80
Tipo racial <i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i>	0,38	0,19-0,74
Bovinos doble propósito	0,09	0,02-0,31

OR = Odds ratio. IC= Intervalo de confianza del 95%.

Cuadro 4. Asociación entre la seropositividad a *T. vivax* y los factores de riesgo potenciales.

Variable	OR†	IC
<u>Asociación positiva (exposición de riesgo)</u>		
No tratados con drogas tripanocidas	2,62	2,05-3,34
Tratados con diminaceno	1,87	1,28-2,73
Grupo etario mautes(as)	1,48	1,12-1,94
Grupo etario adultos	1,41	1,13-1,76
Tipo racial <i>Bos indicus</i>	1,80	1,39-2,32
Propósito carne	1,29	1,02-1,62
Manejo semi-intensivo	1,40	1,08-1,83
<u>Asociación negativa (efecto protector)</u>		
Tratamiento tripanocida	0,38	0,30-0,48
Tratados con isometamidio	0,35	0,27-0,44
Uso de drogas tripanocidas con intervalo de 4-6 meses	0,62	0,48-0,82
Uso de drogas tripanocidas con intervalo > 6 meses	0,33	0,23-0,47
Grupo etario becerros(as)	0,39	0,28-0,54
Tipo racial <i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i>	0,63	0,48-0,82
Manejo extensivo	0,71	0,55-0,92

OR = Odds ratio. IC= Intervalo de confianza del 95%.

alta periodicidad y existen en el mercado más de 20 productos con este principio activo (Anzola, 2008), lo que incide en el uso limitado de drogas preventivas como el isometamidio.

Los bovinos que recibieron tratamiento tripanocida con una frecuencia esporádica presentaron la mayor tasa de IA (4%) y SP (33,9%), en contraste con los animales tratados cada 4 a 6 meses (0,26 y 24,5%) o de forma regular con un intervalo mayor a 6 meses (0,27 y 15,2%; Cuadro 2). Aún cuando las 3 modalidades de frecuencia de uso de las drogas tripanocidas (esporádicamente, cada 4 a 6 meses y/o mayor a 6 meses) constituyeron un efecto protector para la IA (OR= 0,58; 0,03 y 0,03, respectivamente) tal como lo indica el Cuadro 3, solamente la aplicación regular cada 4 a 6 meses (OR=0,62) o mayor a 6 meses (OR=0,33) representó un efecto protector para la SP de los bovinos estudiados (Cuadro 4). Estos resultados indican que la forma de aplicación esporádica de las drogas tripanocidas no resultó un método protector totalmente eficaz para el control de la TB en zonas endémicas de la enfermedad, aunque en este estudio no resultó estadísticamente un factor de riesgo.

Los animales doble propósito presentaron la menor tasa de IA (0,8%) y SP (29,7%) a *T. vivax*, siendo el valor de IA estadísticamente diferente al de los bovinos destinados a la producción de carne (5,8%) o leche (8,9%; Cuadro 2). Al considerar el propósito de los animales como potencial factor de riesgo, se observó una asociación positiva entre los bovinos destinados a la producción de leche y la IA (OR=2,55) y los bovinos productores de carne y la SP (OR=1,29). La asociación negativa para la IA estuvo representada por los bovinos doble propósito (OR=0,09) como se observa en los Cuadros 3 y 4.

Estos resultados sugieren que tanto los bovinos destinados a la producción de leche como de carne tuvieron una mayor susceptibilidad a IA y SP, respectivamente, mientras que los bovinos doble propósito manifestaron una menor exposición de riesgo a la tripanosomosis, constituyendo un efecto protector. Al respecto Duno (1992), en la región nor-oriental del estado Falcón, observó una seroprevalencia en rebaños lecheros significativamente mayor (66%) que en los rebaños de bovinos de carne (50%). Esas observaciones fueron similares a los hallazgos realizados por Desquesnes y Gardiner (1993) y Desquesnes *et al.* (1996) en bovinos de la Guyana

Francesa. Por su parte, Toro *et al.* (1980) señalaron mayor SP en el ganado lechero que en los de aptitud cárnica sin indicar si hubo diferencias significativas; sin embargo, Tamasaukas y Roa (1991-1992) indicaron una asociación positiva entre la prevalencia promedio y las fincas de doble propósito al compararlas con las de carne en el estado Guárico.

En las explotaciones con un manejo semi-intensivo, los bovinos presentaron valores superiores de IA (6,3%) y SP (33,6%) a los detectados en el ganado sometido a un manejo extensivo (5 y 26,5%, respectivamente). Estas diferencias solo fueron significativas para la SP (Cuadro 2). Confirmando estos resultados, se observó una asociación positiva entre el manejo semi-intensivo y la SP (OR=1,40), constituyendo esta variable un factor de riesgo, mientras que el manejo extensivo tuvo un efecto protector (OR=0,71) ver Cuadro 4.

Al considerar los tipos raciales derivados de los *Bos taurus* y *Bos indicus*, el menor porcentaje de IA (2,8%) y SP (24,5%) lo presentaron los animales mestizos de *B. taurus* y *B. indicus*. La mayor tasa de IA se observó en los bovinos *B. taurus* (7,5%) y la mayor SP en los bovinos *B. indicus* (42,2%; Cuadro 2).

En este estudio, los bovinos *B. taurus* y *B. indicus* presentaron una mayor susceptibilidad o exposición de riesgo a la tripanosomosis, como lo demuestra la asociación positiva entre los bovinos *B. taurus* y la IA (OR=1,77) y entre los bovinos *B. indicus* (OR=1,80) y la SP, mientras que los bovinos mestizos (*B. taurus* x *B. indicus*) presentaron un efecto protector para la IA (OR=0,38) y SP (OR=0,63) datos señalados en los Cuadros 3 y 4.

El aumento en la tasa de IA fue directamente proporcional al incremento de la edad de los animales, siendo menor en los becerros (as) resgistrando (2,8%), seguido de los mautes (as) con el (4,6%), novillos (as) fue de (4,7%) y adultos (7,8%). Se evidenciaron diferencias significativas entre los niveles de IA de los becerros (as) y adultos. Los niveles de SP de los becerros (as) resulto ser (18,4%) estos fueron significativamente menores con respecto a los mautes (as) de (40,3%) y adultos (36,5%), pero estadísticamente similares a los novillos(as) quienes registraron el (28,2%) ver Cuadro 2.

La edad adulta representó una mayor exposición de riesgo tanto para la IA (OR=2,14) como

para la SP (OR=1,41). Los bovinos en edad de mautes (as) también presentaron una asociación positiva con la SP (OR=1,48), constituyendo el grupo etario con mayor riesgo en este estudio. La edad de becerros (as) tuvo un efecto protector sobre la IA (OR=0,40) y SP (OR=0,39) a *T. vivax* (Cuadros 3 y 4). Resultados similares obtuvieron Perrone *et al.* (1992) en bovinos de una finca del estado Guárico, donde la prevalencia de anticuerpos fue menor en los animales jóvenes y se incrementó en los adultos. Sandoval *et al.* (1998) también observaron una mayor prevalencia de anticuerpos anti-*T. vivax* en bovinos adultos de dos unidades agroecológicas del Valle de Aroa y Toro *et al.* (1980), en 1.884 muestras de sueros bovinos procedentes de diferentes regiones geográficas del país, registraron un mayor promedio de reactores positivos en los animales adultos en comparación con los animales menores de un año.

Por el contrario, García *et al.* (1992), en un estudio serológico realizado en bovinos lecheros del Departamento de Córdoba, Colombia, detectaron una mayor tasa de infección en los animales de 1 a 6 meses de edad (50,9%) en comparación con los animales mayores de 24 meses (42%). Otros autores señalan que no existe relación entre la edad y la presencia de tripanosomosis (Duno, 1992). Los resultados de este estudio sugieren que el riesgo de contraer tripanosomosis se incrementa con la edad, lo cual está condicionado también a factores ambientales y de manejo que permiten situaciones particulares de exposición.

Con respecto al sexo, no se evidenciaron diferencias significativas entre la tasa de IA y la SP (Cuadro 2), por lo tanto, dentro de las variables estudiadas para la tripanosomosis, el sexo no fue un factor de riesgo ni tuvo un efecto protector. Estos resultados son consistentes con los estudios de Sandoval *et al.* (1998) y Duno (1992), quienes señalan que las tasas de infección se presentaron sin diferencias entre machos y hembras. Se observaron concordancias y/o divergencias entre los estudios que asocian la prevalencia de la tripanosomosis con factores relacionados con el hospedador (edad, sexo, componente racial y propósito productivo).

Esto se debe a que la epizootiología de esta enfermedad en regiones de Latinoamérica es compleja, con una interacción dinámica con otros factores diversos como la introducción de animales

infectados (movilización de ganado), infecciones intercurrentes, prácticas inadecuadas de manejo, abundancia de vectores (tabánidos), entre otros (Desquesnes, 2004), que determinan el carácter enzoo-epizootico de esta hemoparasitosis con un importante impacto económico y social en las áreas afectadas.

CONCLUSIONES

Los valores de IA y SP corroboran que la TB está ampliamente diseminada en Venezuela, fundamentalmente en áreas estratégicas para la seguridad alimentaria del país, como la región de los llanos, constituyendo un riesgo importante para la salud y productividad de los rebaños bovinos.

La aplicación de drogas quimioprofilácticas, como el isometamidio, constituyó el principal efecto protector para esta enfermedad. Otros factores que influyeron significativamente en la IA y SP a la tripanosomosis fueron: frecuencia de aplicación de la droga tripanocida, edad de los animales, tipo racial, propósito y manejo. No obstante, en los programas estratégicos de control se deben considerar otros aspectos relacionados con los hospedadores, sistemas de producción, transmisión y prácticas de manejo que influyen en la epizootiología de la tripanosomosis.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", a través del proyecto código 001-VE-2002 y al BID-FONACIT, a través de los Proyectos 2004000400 y 2006000128, por el financiamiento de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Alfaro C., F. García, N. Parra, A. Reyna y T. Perrone. 2007. Evaluación preliminar de la Tripanosomosis bovina en dos zonas ganaderas del estado Monagas. Bol. Malariología y Salud Ambiental, 47 (Supl. 1): 362.
- Anene B.B., A.B. Chime, G.I. Jibike and S. M. Anika. 1991. Comparative study of clinical signs, hematology and prevalence of Trypanosomosis in Holstein Frisian and White Fulani Zebu cattle exposed to natural infection in a rain forest zone of Nigeria. Angew Parasitol., 39: 99-104.

- Anzola L. 2008. Índice Agropecuario. Maracay, Venezuela. 33 Ed. 376 pp.
- Comerma J. y E. Chacón. 2002. Aptitud de los llanos venezolanos para los principales usos ganaderos. **In:** Romero R., J. Arango y J. Salomón (Eds.) XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 193-215.
- Desquesnes M. 2004. Livestock Trypanosomoses and Their Vectors in Latin America. World Organization for Animal Health. Paris, Francia. 174 pp.
- Desquesnes M., S. De la Rocque and L. Goureau. 1996. Seroprevalence of *T. vivax* and other hemoparasites in cattle in French Guiana. **In:** Vokaty S. y M. Desquesnes (Eds.) Proc. First Symposium on New World Trypanosomes. IICA. Georgetown, Guayana. pp. 34-39.
- Desquesnes M. and P. R. Gardiner. 1993. Epidemiologie de la trypanosomose bovine (*Trypanosoma vivax*) en Guyane francaise. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 46: 463-470.
- Desquesnes M. and L. Tresse. 1996. Utilization of *T. evansi* antigens in indirect-ELISA for the diagnosis of *Trypanosoma* sp. in livestock. **In:** Vokaty S. y M. Desquesnes (Eds.) Proc. First Symposium on New World Trypanosomes. IICA. Georgetown, Guayana. pp. 105-110.
- Duno F. 1992. Prevalencia de la trypanosomiasis bovina en la región nor-oriental del estado Falcón. Tesis maestría. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 152 pp.
- Eisler M.C., J. Maruta, J. Nqindi, R.J. Connor, U. Ushewokunze Obatolu, P.H. Holmes and A.S. Peregrini. 1996. Isometamidium concentrations in the sera cattle maintained under a chemoprophylactic regime in a tsetse infested area of Zimbabwe. Trop. Med. Int Health., 1(4): 535-541.
- Espinoza E. 1990. Técnica de inmunofluorescencia indirecta (IFI) para el diagnóstico de la tripanosomiasis bovina. **In:** Giardina S. y F. García. (Eds.) Hemoparásitos, Biología y Diagnóstico. Univ. Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. pp. 155-168
- Ewel J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. 2^{da} ed. FONAIAP. Maracay, Venezuela. 265 pp
- Finelle P. 1974. African animal tripanosomiasis: part IV. Economic problems. Wild. Anim. Rev., 110: 15-18.
- Folkers C. 1966. The effect of repeated use of isometamidium at low dosage on development of drug resistant strains of cattle trypanosomes. Bull. Epizoot. Dis. Afr. 14: 301-310.
- García O., O. Vizcaino y P. Tenorio. 1992. Estudio seroepidemiológico de la tripanosomiasis bovina en el Departamento de Córdoba, Colombia. Rev. ICA, 27(1): 77-83.
- González J. y R. Meléndez. 2007. Seroprevalencia de la tripanosomosis y anaplasmosis bovina en el Municipio Juan José Mora del estado Carabobo, Venezuela, mediante la técnica de ELISA. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 17(5): 1-7
- Guillen A.T., E.A. León, W. Aragort y M. Silva. 2001. Diagnóstico de hemoparásitos en el Instituto de Investigaciones Veterinarias. Período 1986-2000. Veterinaria Trop., 26(1): 47-62.
- Holmes P. H., M. C. Eisler and S. Geert. 2004. Current chemotherapy for trypanosomosis. **In:** Maudin I., P. Holmes y M.A. Miles (Eds.) The Trypanosomosis. CABI Pub. Oxfordshire, RU. pp. 431-444.
- Muñoz J. A., F. Angulo y R. Ramírez. 2003. Farmacología y Terapéutica en las parasitosis internas en bovinos. Ed. Ediluz. Univ. Zulia. Maracaibo, Venezuela. 73 pp.
- Murray A. K. 1989. Factors affecting duration and intensity of trypanosome infection of domestic animals. Ann. Soc. Belge Med. Trop., 69(Suppl. 1): 189-196.
- Otte J. e Y. Abuabara. 1989. Estudio sobre epidemiología de *Trypanosoma vivax* en Colombia. **In:** Lobos C.A. y C.A. González (Eds.) Diagnóstico, Epidemiología y Control de Enfermedades Hemoparasitarias. CICADEP. Bogotá, Colombia. pp. 41-48.

- Ogunyemi O. and A. Ilemobade. 1989. Prophylaxis of African animal trypanosomiasis: a review of some factors that may influence the duration of isometamidium chloride profilaxis. *Vet. Bull.*, 59(19): 1-4.
- Peregrini A., S. Mooloo and D. Whitelaw. 1987. Therapeutic and prophylactic activity of isometamidium chloride in Boran cattle against *Trypanosoma vivax* transmitted by *Glossina morsitans centralis*. *Res. Vet. Sci.*, 43: 268-270.
- Perrone T., M.C. Lesseur, I. Reverón, E. Espinoza, P.M. Aso and S. Giardina. 1992. Seroepidemiology of bovine trypanosomiasis in the area of Santa María de Ipire, Venezuela. **In:** Premier Séminaire Intern. sur les Trypanosomoses Animals Non Transmises par les Glossines. Annecy, Francia. p. 196.
- Rivera M., F. García, J. León, M. Albers, J. Garmendia y H. García. 2001. Infecciones activas por *Trypanosoma vivax* en rebaños bovinos de Venezuela. *J. Brasil. Patol.*, 37(4). Supl. XV Congreso latino-Americano de Parasitología. p. 40.
- Sandoval E., E. Espinoza, N. González, G. Morales, W. Montilla y D. Jiménez. 1998. Encuesta serohematológica en bovinos tripanosusceptibles de dos unidades agroecológicas del Valle de Aroa. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 8(3): 253-258.
- Silva R. A., A. Seidl, L. Ramírez e A. M. Dávila. 2005. *Trypanosoma evansi* e *Trypanosoma vivax*. Biología, Diagnóstico e Controle. Embrapa. Pantanal, Brasil. 141 pp.
- Tamasaukas R. y N. Roa. 1991-1992. Epidemiología básica agroecológica de la Trypanosomosis bovina por *T. vivax* en el estado Guárico. *Rev. Fac. Cien. Vet. UCV*, 38(1): 143-146.
- Toro M., E. León, R. López, J. García y A. Ruiz. 1980. Resultados de un muestreo sobre tripanosomiasis bovina mediante técnicas serológicas. *Veterinaria Trop.*, 5(1): 43-50.
- Toro M., E. León, F. Pallota, G. López, J. García y A. Ruiz. 1983. Prevalencia de las hemoparasitosis en bovinos del estado Guárico. *Veterinaria Trop.*, 8: 26-36.
- Woo P. T. K. 1970. The hematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta Trop.*, 27(4): 384-386.

Variabilidad genética del ADN mitocondrial de poblaciones de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en Colombia

Guillermo Salamanca Grosso*

Grupo de Investigaciones Mellitopalinológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos. Facultad de Ciencias Departamento de Química. Universidad del Tolima, B. Santa Helena. A.A. 546. Ibagué, Tolima. Colombia. *Correo electrónico: salamancagrosso@gmail.com

RESUMEN

El ADN mitocondrial de *Apis mellifera* fue estudiado en 105 colmenas colectadas de 7 zonas geográficas colombianas asociadas a 14 departamentos. Se amplificó mediante PCR un fragmento de la región intergénica ARN^t^{eu} y de la citocromo oxidasa II (COII), usando posteriormente la endonucleasa *DraI*. Tras la digestión con la enzima *DraI*, se identificaron 13 haplotipos, 8 asociados al linaje africano A (con 90,5% del total para A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9 y A13), 4 al linaje europeo M (7,6%, M2, M4, M5 y M7) y 1 al C de Europa del Este (C1 con 1,9%). La presencia de los 8 haplotipos A diferentes para las abejas de Colombia, sugiere que ha habido más de un episodio de hibridación, introgresión y expansión del fenómeno de africanización en el territorio colombiano, aspecto que supone existan otros haplotipos en poblaciones no incluidas en el estudio. El gradiente de distribución del linaje africano, esta representado principalmente por el haplotipo A1, desde la Costa Caribe colombiana al centro del país, donde se distinguen además los haplotipos A4 y A6. Los linajes europeos no se ven representados de manera importante en la población estudiada, por ello se demuestra que la actividad apícola colombiana muestra una marcada dependencia de colonias africanizadas.

Palabras clave: *Apis mellifera*, ADN mitocondrial, genética, Colombia, polimorfismos, haplotipos.

Genetic variability in mitochondrial DNA of honeybee populations of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Colombia

ABSTRACT

The mitochondrial DNA of *Apis mellifera*, sampled in 105 beehives and 7 geographical zones associate to 14 localities in Colombia have been studied. A fragment of the intergenic region between the RNA^t^{eu} and the subunit II of the cytochrome oxidase gene was amplified by PCR and digested with the endonuclease *DraI*. Thirteen haplotypes were identified: eight belonging to the African lineage A (90,5% for A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9 and A13), 4 to European lineage M (7,6% M2, M4, M5 and M7) and 1 to C (C1, 1,9%), of the east European lineage. The presence of eight different A haplotypes, suggests the occurrence of more than one episode of hybridization, introgression and expansion of the africanized phenoma which suggests the presence of other haplotypes in other populations not included in the study. The gradient of distribution of African lineage is represented by the A1 haplotype, to the center of the country from the Caribbean coast with A4 and A6 haplotypes. The european lineages, are not represented significantly on the population studied. Colombia beekeeping activities depend on the africanized honeybee.

Keywords: *Apis mellifera*, mitochondrial DNA, genetic, Colombia, polymorphism, haplotypes.

INTRODUCCION

En Colombia se distinguen diferentes razas de abejas que fueron introducidas desde Europa, su aparición es concomitante con el descubrimiento de América y la actividad en el periodo de la colonización con presencia de *A. mellifera* en Norte América 1622, Cuba 1763, Brasil y Chile 1839, Salamanca, (2005). La comunidad salesiana a comienzos de los años 1900, marcó para el país el inicio de la apicultura técnica. En ese periodo se importaron abejas Italianas, Caucásicas y Carniolas; en los años 30's las explotaciones eran rústicas y fue fortalecida la importación de reinas como política nacional, en procura de incentivar el sector. Esto se logró entre 1940 a 1960, con la participación de la comunidad la sallista y jesuita, que propiciaron las condiciones para la expansión del conocimiento entorno al manejo de las abejas a nivel rural. Desde el punto de vista productivo las razas de abejas de mayor interés a nivel mundial, se han centrado en *A. mellifera mellifera* L. 1758, *A. mellifera* Ligústica Spinola, 1806, *A. mellifera* Cárnica Pollmann, 1879 y *A. mellifera* Caucásica Gorb, 1758. Ruttner (1988); Roubik, (1991); Heras (1994); Sheppard *et al.* (1997).

La geografía colombiana está enmarcada sobre un área de 1'141.748 km², que comprende tierras emergidas y continentales. La circulación atmosférica es dependiente del sistema de confluencia intertropical (ZCIT), Osorio, *et al.* (2002). Las condiciones climáticas predominantes y la topografía del terreno, hacen que la actividad apícola sea considerada bajo el criterio de cotas altitudinales, más que zonificaciones políticas. Los pisos térmicos de interés para el sistema apícola corresponden a las zonas fría, (2.000 m.s.n.m.), templada (1.000 m.s.n.m.) y caliente (0 a 900 m.s.n.m.), donde actualmente se encuentran instaladas colmenas para el beneficio y cosecha de miel y polen, Kent (1976); Franky, (2008); Salamanca *et al.* (2008). A finales de los 70's, Colombia recibió el impacto del proceso de africanización, generado en Brasil 20 años atrás, después de la expansión de *A. mellifera scutellata* (*antes adansonii*), con los trabajos de Kerr en 1956. Fallas en la manipulación de reinas africanas importadas desencadenaron la fuga de 26 enjambres en 1957, que sin control colonizaron Venezuela, Colombia y Panamá, Fisher (1985); a su paso, *A. mellifera scutellata* se apoderó de los hábitats, ocupados hasta entonces, por las abejas europeas,

Kerr, (1970; 1991); Kerr *et al.* (1974); Núñez (2000), cruzándose con ellas o eliminándolas, Castaño, *et al.* (1979). El fortalecimiento de la actividad apícola en Colombia, antes del proceso de africanización obedeció a las políticas del Estado y la Federación de Cafeteros, Cornejo (1978, 1993).

En el mundo, los estudios sobre dispersión geográfica de las razas de abejas, se han fundamentado en valoraciones morfométricas, permitiendo su clasificación e identificación, Ruttner (1988); Daly y Balling (1978); Molina (1979); Díaz (1981); Malaspina (1982), Dinitz- Filho y Malaspina (1995) y Dinitz-Filho (1995). Existen cerca de 50 caracteres que permiten la diferenciación de razas, según su grado de complejidad. Los trabajos sobre africanización en Colombia, han sido realizados por Amaya y Roldan (1983); Morales (1995); Mantilla (1997); Salamanca, *et al.* (1998), quienes usaron criterios morfométricos y técnicas de análisis discriminante en la clasificación y diferenciación de abejas híbridas europeas y africanizadas. Con el advenimiento y desarrollo de la Biología Molecular, el análisis de restricción de fragmentos (RFLP's) y microsatélites, en las que se usa la amplificación de ADN mediante reacciones en cadena de la polimerasa (PCR), facilitando los estudios sobre filogenia y evolución que han sido aplicados a diferentes especies y particularmente útiles en la dispersión de las abejas e identificación de razas, De la Rúa *et al.* (1998); Cánovas *et al.* (2008).

La caracterización molecular basada en ADN mitocondrial (*ADNm*), se ha convertido en una técnica ampliamente utilizada para el estudio de la diferenciación de subespecies y razas de abejas de los géneros *A.s mellifera* L. y *Melliponinae* entre otros, Smith (1991); Garnery *et al.* (1992; 1993; 1995); De la Rúa *et al.* (1999, 2002); Cánovas, *et al.* (2002; 2008); Del Lama, *et al.* (2004); Prada *et al.* (2005); Collet, *et al.* (2006). El *ADNm* de *Apis mellifera*, es de estructura circular, de herencia materna y ha sido usada en la diferenciación y caracterización de reinas de distintas colonias y razas; al evaluar la estructura molecular del *ADNm* de la progenie, se logra establecer un marcador genético de referencia a través del cual se puede indagar sobre el origen de una colonia, De la Rúa *et al.* (2001). Actualmente se han identificado para el caso de las abejas *A. mellifera* 5 linajes evolutivos, 1 de ellos (A) que incluye las subespecies africanas *adansonii*, *unicolor*, *capensis*, *monticola* y *scutellata*, entre otras; el (M), constituido por razas

de Europa Occidental, incorporando *A. mellifera mellifera*, *ibérica*, *sahariensis*, *major e intermissa*; el (C), conformado por abejas de Europa del Este, entre ellas *A. m. ligústica*, *cárnica*, *macedónica*, *cecropia* y *sícula*; el linaje (O), que comprende las subespecies de Oriente Próximo, con *A. mellifera meda*, *anatoliaca*, *syriaca*, *cipria* y *adami*; el linaje (Y) que incluye a la subespecie *A. m. yemenitica* de Etiopía, Franck *et al.* (2000; 2001); Hernández (2002).

Cada uno de los grupos descritos anteriormente, presentan estructura característica en la secuencia de diferentes regiones de su *ADNm*; entre los genes del ARN^{t^{leu}} y de la citocromo oxidasa II (COII), sección para la cual se ha observado en el linaje M una diana de la endonucleasa *HincII* que no se encuentra en el linaje A, Hall y Smith (1991), Franck *et al.* (2001). Los estudios genéticos en poblaciones de abejas, han demostrado la dominancia de los genes africanos en las abejas híbridas establecidas en áreas tropicales y subtropicales del Centro, Norte y Sur América; Crozier *et al.* (1989); Hall y Muralidharan (1989); Del Lama, *et al.* (1990); Roubick, (1991); Rinderer *et al.* (1993); Burgett *et al.* (1995); Sheppard *et al.* (1999); Lobo (2000); Quezada-Eúan, (2000); DeGrandi-Hoffman, (2001); Scott *et al.* (2004); Quezada-Eúan *et al.* (2003), evidenciaron la presencia de zonas comunes con incidencia de genes africanizados. La dominancia de los híbridos de abejas, son el resultado de una superioridad competitiva frente al hábitat de trópico. El presente estudio, tiene como objetivo caracterizar poblaciones de abejas de *Apis mellifera*, distribuidas en las principales regiones naturales colombianas usando técnicas moleculares de análisis para identificar la variabilidad del *ADNm*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se colectaron entre 20 y 30 abejas operarias de los cuadros interiores de 105 colmenas de abejas *A. mellifera* de instalaciones productivas correspondientes a las zonas biogeográficas de los departamentos de Antioquia: (Fredonia); Bolívar: (Carmen de Bolívar); Boyacá: (Cerinza, Nobsa, Paz del Río, Socha, Tutasá, y Tibasosa); Caldas: (La Dorada); Cauca (Cajibío, Caloto, Inzá, Piendamó); Cesar: (Valledupar, Aguas blancas), Cundinamarca (La Calera); Huila: (Pitalito, Timaná); Nariño: (Buesaco); Santander del Sur: (Oiba); Tolima:

(Anzoátegui, Cajamarca, Chaparral, Cunday, Ibagué-Salado, La Herrera, Mariquita y Venadillo) y Valle del Cauca: (Caicedonia). Cada muestra fue preservada usando etanoles absolutos y almacenados a -20°C hasta su procesamiento y análisis, en el laboratorio del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia. La relación de muestras y su origen se recoge en el Cuadro 1.

Extracción de ADN

El ADN se obtuvo siguiendo la metodología de extracción con Chelex; se diseccionaron los músculos torácicos de las obreras y se dejaron secar por media hora en una estufa a 37°C. La extracción se realizó según protocolo descrito por Walsh *et al.* (1991), con ligeras modificaciones. De la solución final del protocolo se tomó 1 µl de ADN para la reacción de amplificación por PCR.

Amplificación por PCR y análisis de restricción

El análisis de ADN se llevó a cabo en un termociclador Perkin Elmer Cetus 480, según el método descrito por Garnery *et al.* (1993) para amplificar la región intergénica ARN^{t^{leu}}-COII, utilizando los cebadores: E2 (5'-GGC AGA ATA AGT GCA TTG-3') y H2 (5'-CAA TAT CAT TGA TGA CC-3'). Se utilizaron PCR beads de Pharmacia a un volumen final de 25 µl con una concentración 0,16 mM de cada cebador. Los programas de amplificación consistieron en: desnaturalización a 96°C durante 5 min, 35 ciclos de 1 min con una temperatura de anillado de 53°C para la región intergénica ARN^{t^{leu}}-COII, con extensión a 72°C durante 1 min y desnaturalización de 45 seg a 96°C y por último 10 min de extensión a 72°C. Los productos amplificados se examinaron en gel de agarosa (Nusive, al 5% en tampón TBE 1X). Una alícuota de 10 µl del producto de amplificación por PCR, fue digerido con 5 unidades de la enzima *DraI* a 37°C y por 4-12 horas, teñidas con bromuro de etidio y visualizadas con luz ultravioleta. Se empleó la enzima de restricción con capacidad de diagnóstico: *DraI*, específica para la región intergénica ARN^{t^{leu}}-COII, Garnery *et al.* (1993).

Análisis estadístico

Para establecer las diferencias de la distribución de haplotipos y linajes predominantes en la población de abejas estudiadas, se realizó una prueba de ANOVA,

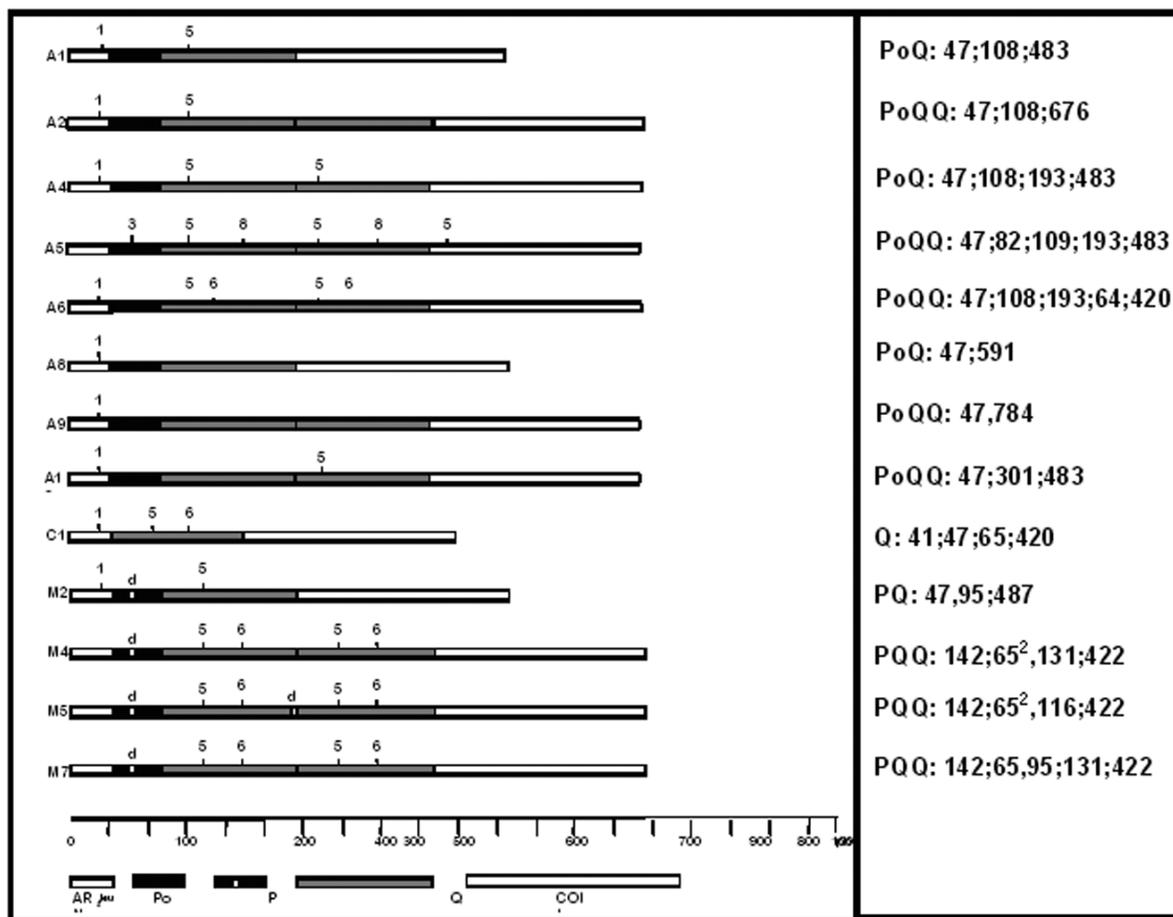
usando el paquete estadístico Statgraphics centurión XV.

RESULTADOS Y DISCUSION

La estructura genética del ADN_m, secuenciada por Crozier y Crozier (1993), presenta un tamaño aproximado de 16.343 pb, se ha considerado como marcador filogenético. La región intergénica sobre la cual fue realizado el estudio, está comprendida entre ARN^t_{leu} y COII; la digestión y amplificación del ADN con DraI (Figura 1), luego de la electroforesis en gel de agarosa, revela secuencias P, Po y P1 (51 a 68pb) y Q (192 a 196 pb) descritos por Cornuet *et al.* (1991); Garnery, *et al.* (1993); Collet, *et al.* (2006), en consecuencia, la región intergénica se caracteriza por la variabilidad en tamaño y depende

del número de copias de la secuencia Q, además de la selección completa o parcial de las secuencias tipo P, Hernández, (2002), que para el caso de la población estudiada de abejas colombianas, se menciona en el Cuadro 1, cuyo patrón es análogo a las descritas por Lobo (2000) y consideradas en los trabajos de De la Rúa *et al.* (2003). En la Figura 2 se ilustran los patrones de restricción de algunos haplotipos A1, A2, A4, A6, M4, M5 y C1.

En el Cuadro 2, se relaciona la distribución de haplotipos de ADN_m de las poblaciones de abejas de las localidades consideradas en el estudio, obtenidos mediante test con DraI, Garnery *et al.* (1993). El haplotipo con mayor predominancia es el A1 (50,0%), presente en el centro del país (Boyacá, Caldas, Cundinamarca y Tolima), seguido de A6 y



*Los exponentes indican el número de fragmentos de restricción de igual tamaño

Figura 1. Mapas de restricción (izquierda) y Longitud de los fragmentos de restricción en pares de bases (derecha) de los haplotipos de abejas colombianas (según Garnery, *et al.*, 1993; Collet, *et al.*, 2006). d, indica delección en secuencia Po y Q. Los números sobre las barras indican los puntos de corte de la endonucleasa DraI.

Cuadro 1. Tamaño y composición de los productos amplificados por PCR y fragmentos de la región intergénica RNAt^{leu}-COII en poblaciones de abejas colombianas.

Fragmentos amplificados con (Pares de bases)	Composición de las secuencias	Tamaño de las restricciones (Pares de bases)	Haplotipos
638	PoQ	47; 108; 483	A1
831	PoQQ	47; 108; 676	A2
831	PoQQ	47; 108; 193; 483	A4
941	PoQQ	47; 82; 109; 193; 483	A5
832	PoQQ	47; 108; 193; 64; 420	A6
638	PoQ	47; 591	A8
831	PoQQ	47; 784	A9
831	PoQQ	47; 301; 483	A13
573	Q	41; 47; 65; 420	C1
629	PQ	47; 95; 487	M2
825	PQQ	142; 65 ² ; 131; 422	M4
810	PQQ	142; 65 ² ; 116; 422	M5
825	PQQ	47; 65; 95; 131; 422	M7

Los exponentes indican el número de fragmentos de restricción de igual tamaño.

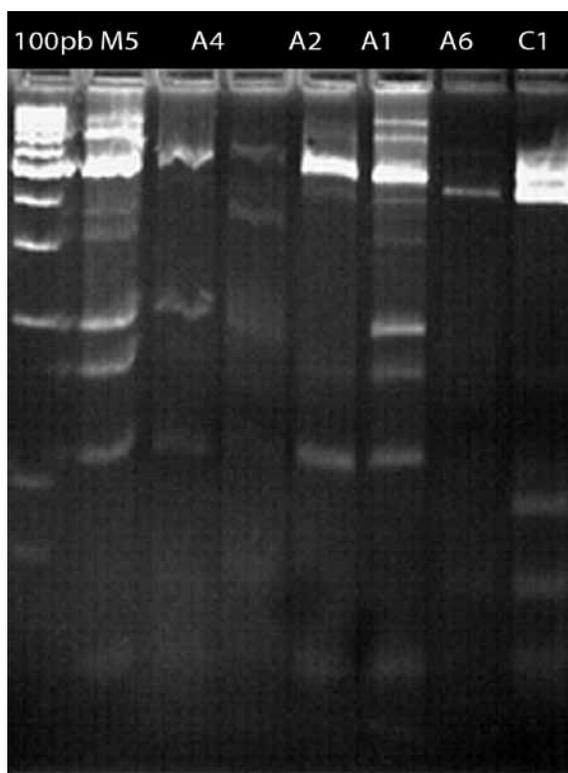


Figura 2. Patrones de restricción de la región Intergénica ARNt^{leu}-COII del ADN_m de muestras de abejas colombianas, en gel de Agarosa 5%, teñido con bromuro de etidio. Se observan los haplotipos A1, A2, A4 y A6 (canaleta 4, 3, 2 y 5), M4 y M5 y C1. A la izquierda, se relaciona el marcador de tamaño molecular de 100 pb.

Cuadro 2. Distribución de haplotipos de ADN identificados en muestras de abejas colombianas mediante el test de DraI. Garnery *et al.* (1993).

Zona	Departamento	No. Muestras	A1	A2	A4	A5	A6	A8	A9	A13	C1	M2	M4	M5	M7
Centro	Boyacá	17	10	-	4	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-
	Caldas	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cundinamarca	17	8	-	-	-	3	-	-	-	2	1	1	1	1
	Tolima	25	8	3	2	-	6	3	-	1	-	-	2	-	-
Noroccidente	Antioquia	5	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nororiente	Santander	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Norte	Bolívar	10	1	1	2	1	1	1	1	2	-	-	-	-	-
	César	6	4	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Oriente	Casanare	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Meta	5	3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sur	Huila	3	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Suroccidente	Cauca	11	8	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	Nariño	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valle	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Totales		105	52	4	12	1	17	4	2	3	2	1	4	1	2

A4, con 16,2 y 11,0% respectivamente. Los haplotipos M y C, están débilmente representados; las abejas colombianas de la Costa Norte (Bolívar y Cesar) y las otras localidades incluidas en el estudio, indican que estas poblaciones presentan en su estructura genética los haplotipos ya definidos por Estoup, *et al.* (1995).

El análisis de varianza para la distribución de haplotipos observados de los departamentos considerados en el estudio, revela diferencias estadísticamente significativas (Pv: 0,0124, Cuadro 3). Entre tanto en la comparación de haplotipos y linajes mitocondriales, no se observan diferencias significativas (Pv: 0,2293, datos no mostrados), indicando alta incidencia de linajes africanos.

La frecuencia de haplotipos observada en la costa Caribe colombiana corresponde a los haplotipos A1, A4, A6 y A13, (75%), con un 25% distribuido entre A2, A5, A8 y A9. Este mismo comportamiento, se presenta para el Noroccidente con A1 (80%) y A4 (20%). Es importante indicar que entre estas 2 zonas, dadas las condiciones climáticas y de oferta floral, existe una alta actividad trashumante, que contribuye a la dispersión de los haplotipos A1 y A4. La zona

de los Llanos (Casanare y Meta), afectada de manera importante por el proceso de introgresión de las abejas africanizadas en la década de los 80's, revela dominancia de genes de los haplotipos A1 (66%), A4 y A6 (34% en total). La mayor variabilidad y grado de entrecruzamiento se ha encontrado en la estructura apícola de la zona Centro (Caldas, Cundinamarca, Boyacá y Tolima). El patrón dominante es A1 (45%), A6 (18%) y A4 (10%), además de abejas con haplotipos A2, A13 y A8 (11,6%), que alternan con abejas de linajes C y M (15%); la estructura genética en abejas del sur y suroccidente del país, igualmente presenta linaje predominantes africanos A1 (70,6%), A6 (17,6%), A4 y A9 (11,8%). Esta variabilidad se puede explicar si se tienen en cuenta las prácticas comerciales e intercambio de material genético entre los apicultores, quienes desarrollan su sistema productivo importando abejas reinas de otras regiones o capturando enjambres silvestres. La dispersión y grado de entrecruzamiento de la población analizada, presenta patrones similares a los estudiados por Collet, *et al.* (2006), para poblaciones de abejas de Brasil y Uruguay con mayor frecuencia para A1 al norte y sur de Brasil. Los resultados observados

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza para la distribución de haplotipos de abejas colombianas por departamento.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrados medios	Razón -F	Valor - P
Entre grupos	218,702	13	16,8232	2,27	0,0124
Intra grupos	675,831	91	7,42672		
Total	894,533	104			

explican el comportamiento en la distribución altitudinal reportado por Salamanca *et al.* (2005), en su estudio morfométrico de abejas colombianas.

CONCLUSIONES

En el estudio del ADN mitocondrial de abejas de *Apis mellifera* colombianas, se ha encontrado una dominancia de haplotipos Africanos A (A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9 y A13). De los 13 linajes identificados, 8 pertenecen a (A), 4 al Europeo M (M2, M4, M5 y M7) y 1 al Europeo del Este C (C1), que en términos porcentuales correspondió al 90,5; 7,6 y 1,9%, respectivamente. La dominancia del haplotipo Africano (A), sugiere más de un episodio de hibridación, introgresión y expansión del fenómeno de africanización en el territorio colombiano. El gradiente de distribución del linaje africano, fue representado principalmente por el haplotipo A1, (Costa Caribe Colombiana). Al Centro se evidencian los haplotipos A4 y A6, que enmarcaron a grupos de abejas con alguna dominancia. Los linajes europeos, no representan dominancia y no se vieron representados respecto de la población estudiada. Es necesario estimar el efecto de la composición genética de las poblaciones de abejas, ya, que la actividad apícola en Colombia esta por desarrollarse y demanda el estudio e implementación de procedimientos de selección de material biológico para el fortalecimiento de la producción y el aprovechamiento de los recursos naturales por parte de los apicultores conforme a las políticas del Estado y de las cadenas productivas.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su gratitud a los apicultores colombianos de las zonas de estudio incluidas en el trabajo de campo por facilitar las condiciones para el muestreo. A la Agencia Española de Cooperación

(AECI), por facilitar los recursos económicos para el desarrollo del trabajo en el Laboratorio de Departamento de Zoología y Antropología Física de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia, A los Doctores Pilar de La Rúa, José Galián y Fernando Cánovas, por sus sugerencias en el proceso de valoración genética. A Mónica Patricia Osorio, investigador asociado de la Universidad del Tolima, por su colaboración. A los evaluadores del artículo y colaboradores permanentes de la revista Zootecnia Tropical, por las observaciones en el proceso de arbitraje. Al Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos de la Universidad del Tolima.

LITERATURA CITADA

- Amaya F. y E. Roldan. 1983. La abeja africanizada en la región de Lengupá. Trabajo de grado. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional. Santafé de Bogotá. 123p.
- Burgett M., S. Shorney, J. Cordara, G. Gardiol and W. S. Sheppard. 1995. The present status of Africanized honey bees in Uruguay. *Am. Bee J.*, (135): 328-330.
- Cánovas F., P. De la Rúa, J. Serrano y J. Galián. 2002. Variabilidad del ADN mitocondrial en poblaciones de *Apis mellifera* ibérica de Galicia (NW España). *Arch. Zootec.*, (51): 441-448.
- Cánovas F., P. De la Rúa, J. Serrano and J. Galián. 2008. Geographical patterns of mitochondrial DNA variation in *Apis mellifera iberinensis* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research.*, 46(1): 24-30.
- Castaño M., A. Morales y O. Moreno. 1979. Informe de reconocimiento de la situación apícola en

- la región de la intendencia de Arauca. ICA. Bogotá. Pp. 4-11.
- Collet T., K. M. Ferreira, M. C. Arias, A. E. Soares and M. A. Del Lama. 2006. Genetic structure of Africanized honeybee populations (*Apis mellifera* L.) from Brazil and Uruguay viewed through mitochondrial DNA COI–COII patterns. *Heredity* (97): 329–335.
- Cornejo L. G. 1978. Estudio sobre mercadeo para mieles de abeja em Colombia. UNCTAD/GAT. Ministério de Agricultura. Colombia. Pp. 147-168.
- Cornejo L. G. 1993. Apicultura práctica en America latina. Boletín 105. Servicios Agrícolas. FAO. Roma. Pp. 167.
- Cornuet J. M., L. Garnery and M. Solignac 1991. Putative function of the intergenic region between COI and COII of *Apis mellifera* L. mitochondrial DNA. *Genetics*, (128): 393–403.
- Crozier R. H., Y. Crozier and A. Mackinlay. 1989. The CO-I and CO-II region of honeybee mitochondrial DNA: evidence for variation in insect mitochondrial evolutionary rates. *Molecular Biology and Evolution*, (6): 699-411.
- Crozier R. H. and Y. Crozier. 1993. The mitochondrial genome of the honeybee *Apis mellifera*: complete sequence and genome organization. *Genetics*, (133): 97-177.
- Daly H. V. and S. Balling. 1978. Identification of the Africanized honeybee in the western hemisphere by discrimination analysis. *J. Kansas Entomol. Soc.* 51 (4): 657-669.
- DeGrandi-Hoffman G. 2001. Update on Africanized honey bee research. Proceedings of the American Bee Research Conference. *Am. Bee J.*, (12):886.
- Del Lama M. A., J. A. Lobo E. E. Soares A. and S. N. Del Lama 1990. Genetic differentiation estimated by isozymic analysis of Africanized honeybee populations from Brazil and from Central America. *Apidologie.*, (21): 271-280.
- Del Lama M. A., R. O. Souza A. A. Duran X. and E. E. Soares A. 2004. Clinal variation and selection on MDH allozymes in honeybees in Chile. *Hereditas*, Lund, Sweden., 140(2): 149-153.
- De la Rúa P., J. Serrano and J. Galián 1998. Mitochondrial DNA variability in the Canary Islands honeybees (*Apis mellifera* L.). *Molecular Ecology.*, (7): 1543-1547.
- De la Rúa P., J. Serrano y J. Galián. 1999. Variabilidad mitocondrial en poblaciones de abejas de la miel (*Apis mellifera* L.) de la región de Murcia. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.*, (14): 41-50.
- De la Rúa P., J. Galián, J. Serrano and F. A. Moritz R. 2001. Genetic structure and distinctness of *Apis mellifera* L. Populations from the Canary Islands. *Mol. Ecol.*, (10): 1733-1742.
- De la Rúa P., J. Serrano and J. Galián. 2002. Biodiversity of *Apis mellifera* populations from Tenerife (Canary Islands) and hybridization with East European races. *Biodiversity and conservation.*, (11): 59-67.
- De la Rúa P., J. Galián J. Serrano and R. Moritz 2003. Genetic structure of Balearic honeybee populations based on microsatellite polymorphism. *Genet. Sel. Evol.*, (35):339-350.
- Díaz M. 1981. Estudio morfométrico de la abeja *Apis mellifera* en la antigua provincia de las villas. *Agrotecnia de Cuba.*, 13(2): 25-32-
- Diniz Filho J., A. F. e O. Malaspina 1995. Abelhas africanizadas nos anos 90. *Ciência Hoje*, 18(106): 73-76.
- Estoup A. L., M. Garnery, M. Solignac and J. M. Cornuet. 1995. Microsatellite variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations: Hierarchical genetic structure and test of the infinite allele and stepwise mutation models. *Genetics*. (140): 679-695.
- Franck P., L. Garnery, M. Solignac and J. M. Cornuet. 2000. Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. *Apidologie*, (31): 167–180.
- Franck P., L. Garnery, A. Loiseau, H. R. Hepburn, C. Solignac and J. M. Cornuet. 2001. Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data. *Heredity*, (86): 420-430.

- Franky A. 2008. Producir polen es la mejor alternativa en las zonas de alta montaña tropical. **In:** Memorias IX Congreso Iberoamericano de Apicultura. Calidad y sanidad, desafíos para el desarrollo de una apicultura sustentable. Concepción Chile. Pp. 42.
- Fisher A. 1985. Las reinas africanas. Boletín técnico. El CIID informa. 14 (3-4): 4-6.
- Hall H. G. and K. Muralidharan. 1989. Evidence from mitochondrial DNA that African honey bees spread as continuous maternal lineages. *Nature*. (339): 211-213.
- Hall H.G. and D. R. Smith. 1991. Distinguishing African and European honeybee matrilineages using amplified mitochondrial DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. (88): 4548-4552.
- Heras F. 1994. Estudios biométricos y enzimáticos de la abeja de la abeja de la miel (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Hymenoptera, Apoidea. Universidad de Salamanca. Departamento de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola. Pp. 178.
- Hernández G. R. 2002. Trashumancia y variabilidad genética de las poblaciones de *Apis mellifera ibérica* (Hymenoptera, Apidae) de la región de Murcia. Tesina Facultad de Veterinaria. Facultad de Zoología y Antropología Física. Universidad de Murcia. España. Pp: 50.
- Garnery L., J. M. Cornuet and M. Solignac. 1992. Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. *Mol. Ecol.* (1): 145-154.
- Garnery L., M. Solignac, G. Celebrano and J. M. Cornuet. 1993. A simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. *Experiencia*. (49): 1016-1021.
- Garnery L., E. H. Mosshine, B.P. Oldroyd y J. M. Cornuet. 1995. Mitochondrial DNA variation in Moroccan and Spanish honey bee populations. *Molecular Ecology*. (4): 465-471.
- Kent R. 1976. Beekeeping regions and the beekeeping industry in Colombia. *Bee world*. 57(4): 151-158.
- Kerr W. 1970. Reprodução da abelha Africana, Italiana e suas híbridas. I Congresso Brasileiro de Apicultura. Florianópolis-SC. Pp: 130-135.
- Kerr W. E., M. S. Blum, J. F. Pisani y A. C. Stort. 1974. Correlation between amounts of 2-heptanone and iso-amyl acetate in honey bees and their aggressive behaviour. *J. Apic. Res.* (13): 173-176.
- Kerr W. E. 1991. Abelhas africanas: Sua introdução e expansão nas Américas, suas subespecies e ecotipos africanos. **In:** XXXXII Congresso Nacional de Genética. Caxambú, MG, Brasil. Pp. 123-127.
- Lobo S. J. A. 2000. Highly polymorphic DNA markers in Africanized honeybee populations in Costa Rica. *Genetics and Molecular Biology*. 23(2): 317-322.
- Malaspina O. 1982. Análise do comportamento de coleta de alimento e morfometria em abelhas africanizadas, caucasianas e em descendentes dos seus cruzamentos. Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil. Pp. 125.
- Mantilla C. 1997. Principios de apicultura africanizada. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Pp. 214.
- Molina A. 1979. La abeja africanizada: algunos aspectos sobre su origen, biología y manejo. **In:** Memorias VI Congreso Nacional de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali Colombia. Pp. 56-60.
- Morales S. G. 1995. Estacionalidad Reproductiva de las colonias de abeja africanizada en distintas zonas de vida. **In:** III Seminario Internacional de apicultura. Santa Fe de Bogotá, D.C, Colombia. Pp. 71-77.
- Núñez J.A. 2000. Foraging Efficiency and Survival of African Honeybees in the Tropics. *Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto. SP. Brasil*. Pp. 9-16.
- Osorio T. M. P., T. E. Osorio y G. G. Salamanca. 2002. Aspectos climáticos relacionados con la actividad apícola tropical. **In:** IX Congreso

- Internacional de Actualización Apícola. Zacatecas México. Pp. 66-68.
- Prada C., M. Del Lama y G. G. Salamanca. 2005. Distribución y Perfil Altitudinal de poblaciones de abejas africanizadas en Colombia. **In:** I Congreso Internacional de Apicultores de los Andes. III. Convención de Apicultores de Venezuela. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Pp. 126.
- Quezada-Euán J. 2000. Hybridization between European and Africanized honeybees in tropical Yucatan, Mexico. II. Morphometric, allozymic and mitochondrial DNA variability in feral colonies. *Apidologie* 31 Pp. 443-454.
- Quezada-Euán J., E Pérez-Castro and W. May-Itzá. 2003. Hybridization between European and African-derived honeybee populations (*Apis mellifera*) at different altitudes in Perú. *Apidologie*. (34): 217-225.
- Rinderer T. E., B.P. Oldroyd and W. S. Sheppard. 1993. Africanized bees in the U.S. *Sci. Am.* 269: 52-58.
- Roubik D. W. 1991. Aspects of Africanized honeybee ecology in tropical America. **In:** The Africanized honey bee. Ed Spivak, M., Fletcher, D.J. and Bress M.C. San Francisco, CA. Westview Press. Pp. 259-281.
- Ruttner F. 1988. Biogeography and taxonomy of honeybee. Springer-Verlag. Berlin. Alemania. Pp. 284.
- Salamanca G. G., F. Londoño, P. F. Rivera y O. M. Zapata. 1998. Análisis morfométrico y grado de africanización de la abeja *Apis mellifera* en algunos municipios del Tolima. **In:** XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Pp. 166
- Salamanca G. G. 2005. Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de *Apis mellifera*, en algunas zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima. Vol. I. Anales de las Tesis Doctorales Fruto de la Cooperación Interuniversitaria con Colombia. Universidad Politécnica de Valencia. España. Pp.143-158.
- Salamanca G. G., T. M. Osorio, E. F. Vargas, J. Yate y R. García R. 2008. El sistema de ecorregiones biogeográficas colombianas y su estado apícola productivo. Memorias IX Congreso Iberoamericano de Apicultura. Calidad y sanidad, desafíos para el desarrollo de una apicultura sustentable. Concepción. Chile. Pp. 34
- Sheppard W.S., M. C. Arias, A. Greech and M. D. Meixner. 1997. *Apis mellifera ruttneri*, a new honey bee subspecies from Malta. *Apidologie* (28): 287-293.
- Sheppard W. S., T. E. Rinderer, L. Garnery, and H. Shimanuki. 1999. Analysis of Africanized honey bee mitochondrial DNA reveals further diversity of origin. *Genet. Mol. Biol.*, 22: 73-75.
- Scott S., D. DeGrandi-Hoffman and D. S. Roan. 2004. The african honey bee: Factors Contributing to a Successful Biological Invasion. *Annu. Rev. Entomol.*, (49): 351-76.
- Smith D.R. 1991. Mitochondrial DNA and honeybee biogeography, in: Smith D.R. (Ed.), Diversity in the Genus *Apis*. Westview Press and IBH Publ., Oxford. Pp: 131-176.
- Walsh P. S., D. A. Metzger and R. Higuchi R. 1991. Chelex 100 as a médium for simple extraction of DNA for PCR- based typing from forensic material. *Biotechniques* (10): 506-512.

Factores no genéticos que afectan el peso al destete en vacunos Brahmán registrados

Yhoangel Rodríguez, Gonzalo Martínez G. * y Rafael Galíndez G.

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal Apdo. Postal 4579, Maracay, Aragua, Venezuela. * Correo electrónico: martinezg@agr.ucv.ve

RESUMEN

Para determinar como influyen algunos factores no genéticos sobre el peso al destete (PD) ajustado a 205 días (P205), se analizaron 3.221 pesos de becerros Brahma. Todos los animales se encontraban a pastoreo, bajo manejo sanitario adecuado a las condiciones de cada hato. Los datos fueron estudiados a través de un análisis de varianza por la metodología de máxima verosimilitud restringida con un modelo que incluyó los efectos fijos: hato (H; 1-4); año de nacimiento (AN; 1996-2004), época de nacimiento (EN; Seca y Lluviosa), edad de la madre al parto (EM; 3, ..., 10 ó más años), sexo (S; Machos y Hembras) y las interacciones HxAN, HxEN, HxS, ANxEN y ANxEM. Todos los efectos resultaron altamente significativos ($P < 0,01$), con la excepción EN. El promedio de P205 fue 190,94 kg ($et = 1,78$ kg); la diferencia entre hatos extremos fue de 34,13 kg y la divergencia entre el mejor (2002) y peor año (2003) fue 24,72 kg. Vacas de 3 y 10 ó más años destetaron en promedio becerros 10 kg menos pesados que vacas con edades entre 4 y 9 años. Becerros machos fueron 14,20 kg más pesados. Las interacciones con H indican que la dirección y magnitud del efecto estos no son constantes dentro de cada H. El P205 es afectado por todos los factores no genéticos estudiados, pero no fue afectado por la EN, aunque sin embargo, si existió diferencias entre épocas dentro de H y AN, debido a la interacción entre EN con estos factores.

Palabras Clave: ganado de carne, factores ambientales, crecimiento predestete.

Non-genetic factors affecting weaning weight in registered Brahman cattle.

ABSTRACT

To determine the influence of some non-genetic factors on weaning weight adjusted at 205d (P205) of Brahman registered cattle, 3221 weights were analyzed. All the animals were grazing and under sanitary managing adapted to the conditions of every herd. The data was analyzed using an analysis of variance under restricted maximum likelihood methodology and the statistical model included: herd (H; 1-4), year of birth (AN; 1996-2004), season of birth (EN; Dry and Rainy), age of the mother at calving (EM; 3-10 ó more years) and sex (S; Males and Females) and the interactions HxAN, HxEN, HxS, ANxEN and ANxEM. All effects and the interactions affected P205 ($P < 0,01$), with the exception of EN ($P < 0,05$). The average P205 was 190,94 kg (standard error = 1,78 kg). Important differences existed among herds, being 34,13 kg for extreme herds. The differences between the best years (2002) and worse year (2003) was of 24,74 kg. Cows of 3 and 10 ó more years had in average calves 10 kg less heavy than cows from 4 to 9 years of age. Males calves weighed 14,20 kg more than females. The interactions that involved H indicate that the direction and magnitude of the effects are not constant within every herd. The P205 is affected by all the environmental factors studied, but it was not affected by EN, although, it existed differences between EN inside H and AN, due to the interaction between EN and those factors.

Keywords: beef cattle, environmental factors, preweaning growth.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela la ganadería de carne se caracteriza por sus bajos índices productivos, como consecuencias de una serie de elementos que afectan directa o indirectamente la productividad de estos sistemas. El éxito económico del sistema dependerá en parte de la cantidad de animales disponibles para la venta y del peso de cada uno. Generalmente, uno de los pesos importantes dentro del proceso de crecimiento es el peso al destete (PD), puesto que permite evaluar la habilidad materna de las vacas y la capacidad de crecer de cada animal entre el nacimiento y el destete. Un buen PD se reflejará en un excelente peso postdestete (PPd) y, por ende llegar a una edad razonable al peso de servicio (PS) y peso de venta (PV).

En general existe información sobre los factores no genéticos que afectan el PD donde ha sido señalado como uno de los agentes que más afecta el PD con diferencias entre el mejor y el peor año de nacimiento (AN) desde 12 kg hasta 41 kg, (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999a; 1999b; 2000a; 2000b, 2002a; 2002b; 2004; Romero *et al.*, 2001, Gómez 2003, Arias 2007). En cuanto a la época o mes de nacimiento (EN) tiene efecto sobre el PD, ya que los becerros nacidos en diferentes meses o época difieren en sus pesos entre 3,7 y 27,5 kg (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999a; 1999b; 2000a; 2000b, 2002a; 2002b; 2004; Romero *et al.*, 2001, Gómez 2003, Arias 2007). La edad de la madre (EM) al parto es otro factor no genético que afecta el PD, en investigaciones realizadas en Venezuela se han registrado superioridad en un rango de 24 kg a 30,8 kg de las vacas de 5 y 6 años sobre las vacas de 3 y mayores de 13 años. (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999a; 1999b; 2000a; 2000b, 2002a; 2002b; 2004; Romero *et al.*, 2001, Gómez 2003, Arias 2007). En cuanto al sexo (S) del animal existen diferencias siempre a favor de los machos en un rango de 6,5 a 23 kg (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999a; 1999b; 2000a; 2000b, 2002a; 2002b; 2004; Romero *et al.*, 2001, Gómez 2003, Arias 2007).

Uno de los factores menos estudiados en ganaderías de carne en el país es el efecto finca (F) o hatos (H), sin embargo, en ganaderías doble propósito para, Pérez, (1994) encontró diferencias sobre los pesos de los becerros a una edad de 4 meses, entre la peor y mejor F de 32,1 kg en un estudio con 15 F. Aunque existe información sobre los factores no genéticos que inciden en el PD, no parece existir suficiente

información sobre el efecto (E) particular de H o F (rebaño) y de su interacción con otros factores no genéticos.

En tal sentido el presente trabajo se planteó como objetivo determinar la influencia de H, AN y EN, S, EM y de las interacciones entre los E principales sobre el PD ajustado a los 205 d en vacunos Brahman registrados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo fue realizado en 4 centros genéticos (H). Los H se encuentra ubicados en las siguientes localidades: H1= municipio Las Mercedes (Guárico), H2= municipio Silva, Boca de Aroa (Falcón), H3= municipio Ospino (Portuguesa), H4= municipio Silva (Falcón).

Todos los animales se encontraban a pastoreo principalmente pastos cultivados como: Brizanta (*Urochloa brizantha*), Decumbens (*Urochloa decumbens*) y Humidícola (*Urochloa humidicola*), Estrella (*Cynodon nlemfluensis*), Guinea (*Panicum maximum*), Alemán (*Echinochloa polystacha*), y recibían sales minerales *ad libitum* durante todo el año. Dos de los H (1 y 3) suplementaban los animales con bloques multinutricionales durante la época seca.

Para el H1 la temporada de servicio antes del año 2000 tenía una duración de 90 d para las novillas y 120 d para las vacas, comenzando en abril. A partir del año 2001 la temporada se redujo en 30 d para ambos grupos y comenzó en julio. Los nacimientos antes del 2000 ocurrían entre enero y mayo, en los años siguientes empezaron a suscitarse entre los meses de mayo a julio.

En el H2 la temporada de servicios antes del año 1999 tenía una duración de 6 meses (julio - diciembre) y luego paso a 4 meses (septiembre - diciembre). Los nacimientos antes del año 1999 ocurrían de abril a septiembre, en años posteriores la temporada de servicio se ubicó entre junio - septiembre y los nacimientos ocurrieron de marzo a junio pudiendo suceder algunos nacimientos de julio. Para el H3 la temporada de servicios va de diciembre a marzo con una duración de 120 d. Los nacimientos ocurren de septiembre a diciembre presentándose algunos nacimientos en los primeros días de enero. En el H4 la temporada de servicio es de 120 d para las novillas

y 90 para las vacas comprendidas entre abril y julio. Los nacimientos acontecen de enero a abril.

Todas las hembras eran servidas por inseminación artificial con un máximo de dos servicios y si repetían celo pasaban a repaso a un rebaño unitoro, de acuerdo a la temporada de servicio específica de cada H. En todos los caso hembras no preñadas en su correspondiente temporada eran eliminadas.

Los becerros nacieron en potreros de maternidad de acuerdo a la temporada de nacimiento de cada H, fueron pesados y tatuados dentro de los primeras 24 h de vida. De igual forma, se mantenían juntos a sus madres en potreros de pastos introducidos hasta el destete, efectuándose en lotes a una edad de 7 a 8 meses.

El plan sanitario es muy parecido en todos los H, el cual incluyó el tratamiento del recién nacido, las vacunaciones rutinarias de ley, así como particulares para cada H y varios tratamientos antiparasitarios externos e internos durante el año. Mayores detalles sobre la descripción de los H fueron presentados por Rodríguez (2006).

Datos utilizados

Los pesos utilizados en este trabajo fueron registrados por los H desde el año 1996 hasta el 2004, los cuales fueron ajustados a 205 d (P205). El archivo original estuvo conformado por 3.703 registros, de

los cuales se eliminaron 482 (13%) por las siguientes razones: animales pesados fuera del intervalo de edad (7 meses \pm 1 mes), sin fecha de nacimiento, sin madre conocida o con crianza para animales de exposición. El archivo final de datos quedó conformado por 3.221 PD, y su distribución por H y año se observa en la Cuadro 1.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza utilizando un modelo lineal aditivo por el método de máxima verosimilitud restringida (Littell *et al.*, 2002) utilizando SAS (2004) bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijklmn} = \mu + H_i + AN_j + EN_k + EM_l + S_m + H_i * AN_j + H_i * EN_k + H_i * S_m + AN_j * EN_k + AN_j * EM_l + E_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = PD ajustado a 205 d de un animal "n" del H "i", AN "j" y EN "k", de EM "l" y S "m".

μ = Media teórica de la población para PD ajustado a 205 d.

H_i = E de H (i= 1, ..., 4)

AN_j = E de AN (j= 1996, ..., 2004)

EN_k = E de EN (k= seca, lluviosa)

EM_l = E de la EM al parto (l= 3, ..., 10 ó más)

S_m = E del S del becerro (m= M, H)

Cuadro 1. Número de observaciones de peso al destete ajustado a 205 días.

Año	Hato				Total
	1	2	3	4	
1996	49	94	164	28	335
1997	31	94	151	45	321
1998	46	95	106	69	316
1999	118	85	133	64	400
2000	70	83	170	83	406
2001	38	66	184	81	369
2002	59	75	177	62	373
2003	66	36	228	61	391
2004	70	47	139	54	310
Totales	547	675	1452	547	3.221

$H_i * AN_j = E$ de la interacción H x AN.

$H_i * EN_k = E$ de la interacción H x EN

$H_i * S_m = E$ de la interacción H x S

$AN_j * EN_k = E$ de la interacción AN x EN

$AN_j * EM_l = E$ de la interacción AN x EM

$E_{ijklmn} = E$ del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2 .

Todas las interacciones dobles fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas aquellas que no resultaron significativas ($P > 0,05$).

Las EN (seca o lluviosa) fueron definidas de acuerdo a los períodos de crecimientos dentro de cada H utilizando la información de precipitación y evapotranspiración del H o de la estación climatológica más cercana. La época seca fue definida como aquellos meses donde la evapotranspiración supera a la precipitación y por ende viceversa para los meses lluviosos. El período seco según los H fueron: H1 (octubre a marzo), H2 (enero a abril), H3 (noviembre a abril) y el H4 (agosto a octubre).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los efectos simples e interacciones resultaron altamente significativos ($P < 0,01$), sólo el E EN tuvo E no significativo ($P = 0,0819$). Se pudo evidenciar que los E que ejercen mayor influencia sobre el PD (P205) en orden de importancia son el S y H.

El promedio no ajustado (error típico) para P205 fue de 192,46 (0,52) kg y el ajustado de 190,94 (1,78) kg. El promedio ajustado encontrado en este estudio es superior a otros estudios de la raza Brahman en Venezuela (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999a; 1999b; 2000a; 2000b; 2002a; 2002b; 2004; Romero *et al.*, 2001, Gómez 2003, Arias 2007). Esto puede deberse a que los rebaños estudiados aquí son de menor tamaño y ubicados en zonas ecológicas mejores a la mayoría de los H de los trabajos revisados, lo que puede hacer que los becerros tengan mayor oportunidad de expresar su potencial para PD.

Interacción hato x año de nacimiento (H * AN)

La interacción H x AN, afectó al PD ($P = 0,0000$). En general, en la Figura 1 se puede observar que existieron cambios tanto en las posiciones de los

H a través de los años, así como en las diferencias dentro de un año particular. En este sentido, como ejemplo podemos considerar al H2 y el año 1996, el cual fue superior ($P < 0,01$) a los H 1, 3 y 4, en 16,59; 46,43 y 32,45 kg, respectivamente. Sin embargo, para el año 2003 en el H2 los destete fueron inferiores ($P < 0,05$) al de los H 1, 3 y 4 en 41,36; 7,26 y 14,94 kg, respectivamente, lo que puede estar asociado a un año de extrema precipitación que generó inundaciones dentro del H2.

En general, no existe un patrón definido en la posición de los H durante los años, que puede ser debido a los cambios climáticos ocurridos durante los años, así como a posibles cambios en las decisiones gerenciales durante los años estudiados. No se encontró reportes para ganado de carne; sin embargo, en rebaños doble propósito han sido ampliamente estudiado y coincide con lo encontrado en los trabajos de Martínez y Vaccaro (1996); Vaccaro *et al.* (1999); López y Vaccaro (2002). (Figura 1.)

La tendencia general de los H puede ser vista en el Cuadro 2. El P205 del H1 supera al de los H 2, 3 y 4, en 6,03; 34,18 y 10,91 kg, respectivamente. Estas diferencias pueden ser debidas al manejo de los animales y en especial a la suplementación estratégica que reciben los animales del H1. Estas diferencias probablemente son el reflejo del manejo particular de cada H, unido a las diferencias climatológicas particulares de cada uno. Lo anterior coincide con lo señalado por Medina-Zaldivar *et al.*, 2005 en Nelore en México donde el efecto zona (dentro de las cuales están los H), resultando éste altamente significativo ($P < 0,01$). En rebaños doble propósito han sido ampliamente investigados y coincide lo encontrado en el presente estudio, como lo señalado en los trabajos de Martínez y Vaccaro (1996); Vaccaro *et al.* (1999); López y Vaccaro (2002).

El efecto AN puede ser visto en el Cuadro 2. Para este E se encontraron diferencias entre el mejor AN, 2002 (209,34 kg) sobre el peor, 2003 (184,63 kg) de 24,71 kg. El valor se ubica dentro del intervalo encontrado en los trabajos revisados, donde las diferencias entre el mejor y el peor AN van desde 12,00 hasta 41,00 kg (Arango *et al.*, 1999; Romero *et al.*, 2001; Gómez, 2003; Arias, 2007).

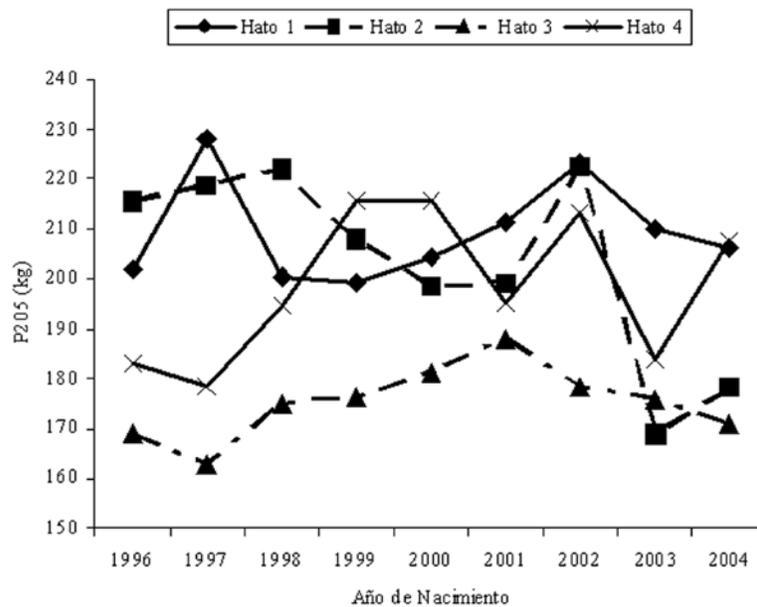


Figura 1. Efecto de la interacción hato x año de nacimiento sobre peso al destete ajustado a 205 días.

Interacción hato x época de nacimiento (H * EN)

Esta interacción resultó altamente significativa ($P < 0,0000$). Las épocas no responden de forma similar entre los H, como se puede observar en el Cuadro 2. En este sentido, la diferencias de peso entre EN en los H fue para el H1 15,94 kg ($et=6,64$ kg; $P=0,0164$), en el H3 3,48 kg ($et=1,16$ kg; $P=0,0027$) y para el H4 de 11,74 kg ($et=9,97$ kg; $P=0,2388$), a favor de la época lluviosa sobre la seca. A pesar de que en los H 1 y 3 se suplementó durante la época seca no logró eliminar el marcado E del clima en estos dos H ubicados en llano Guárico y Portuguesa, respectivamente, mientras que en H4 este resultado puede ser más el efecto del bajo número de observaciones en la época seca (Cuadro 2).

En el H2, la diferencia fue a favor de los animales nacidos en la época seca (9,80 kg; $et= 1,91$; $P= 0,0001$), vale la pena resaltar que en la zona de Boca de Aroa en los años de estudio la precipitación en la época definida como lluviosa todos los meses superaron los 100 mm.

También puede observarse que la diferencia entre los H no es constante entre épocas, así por ejemplo, los animales del H3 pesaron menos en ambas épocas que los otras tres H.

En ganaderías de carne es exigua la información con respecto a este punto, no obstante, en estudios

realizados con bovinos doble propósito señalan una tendencia similar a la encontrada aquí (Martínez y Vaccaro, 1996; Vaccaro *et al.*, 1999; López y Vaccaro, 2002).

La tendencia general de las épocas fue que animales nacidos en la época húmeda pesaron 5,34 kg ($P = 0,0819$), como se observa en el Cuadro 2. Esto se puede deber a que los nacimientos de los animales de los diferentes H se están solapando, ya que las temporadas de servicio, nacimientos son diferentes para cada H a lo largo de los años. Es importante señalar que dos de los H suplementan a sus animales, con bloques multinutricionales durante la época seca lo cual debe haber influenciado este resultado en vista de que entre estos dos H suman el 62% de los datos analizados.

Interacción hato x sexo de la cría (H * S)

El S no se comporta de forma similar de un H a otro, siendo el E de esta interacción altamente significativa sobre el PD ($P=0,0073$). En general, los machos pesaron 203,81 kg mientras que las hembras pesaron 189,56 kg con una diferencia de 14,25 kg (7,52 % más pesados), lo cual es de esperar en vista del marcado dimorfismo sexual en vacunos de carne, sin embargo la diferencia no fue la misma de un H a otro (Cuadro 3). Estos valores se encuentran dentro de lo encontrado para trabajos realizados

en Venezuela donde existen diferencias siempre a favor de los machos que se encuentra entre 6,50 y 23,00 kg (Arango *et al.*, 1999; Romero *et al.*, 2001; Gómez, 2003; Arias, 2007).

Cuando se detalla por H (Cuadro 3) los machos pesaron más ($P < 0,01$) que las hembras 19,27; 12,99; 12,08 y 12,64 kg para los H 1, 2, 3 y 4, respectivamente, y estas diferencias no son constantes entre H debido a la interacción entre estos dos factores. Asimismo, las diferencias entre H considerando solo las hembras tampoco son constantes y son 2,90 ($P=0,3609$), 30,60 ($P=0,0001$) y 7,60 ($P=0,1857$) kg, a favor del H1 con respecto a los H 2, 3 y 4, respectivamente. Las diferencias entre H aumentan cuando consideramos los machos y son 9,18 ($P=0,0027$); 37,78 ($P=0,0001$) y 14,23 ($P=0,0121$) kg a favor del H1. No hubo diferencias entre los H2 y 4 al compararlos dentro de cada S, pero si entre el H3 con 2 y 4. Es interesante que ha pesar del que el H3 suplementa con bloques

multinutricionales no logra superar las limitantes que parece imponer el clima donde se ubica este H (Portuguesa), probablemente relacionado, más con un manejo deficiente de las pastura que es la principal diferencia con los otros H. Esta tendencia es similar a lo encontrado en ganaderías doble por Martínez (1993).

Interacción año de nacimiento x época de nacimiento (AN * EN)

La interacción AN x EN resultó altamente significativa ($P=0,0005$). En el Cuadro 4, se puede observar, que existieron tanto cambios en las posiciones como en las diferencias entre épocas dentro de cada año. En este sentido, solo en el año 1999 los animales nacidos en la época seca fueron más pesados con una diferencia de 2,61 kg ($P > 0,05$) esto pudo deberse a las elevadas precipitaciones que ocurrieron en el año 1999 prácticamente en todo el país, lo que pudo haber producido condiciones

Cuadro 2. Efecto de la interacción hatos x época de nacimiento sobre peso al destete ajustado a 205 días.

Hatos	n	Época 1		Época 2		Total			
		Media	et	n	Media	et	n	Media	et
1	40	201,50a	5,92	507	217,45c	1,31	547	209,47a	2,71
2	217	208,34a	1,70	458	198,54c	1,04	675	203,44b	1,03
3	885	173,54b	0,73	567	177,03d	0,92	1.452	175,29c	0,60
4	5	192,69a	9,85	542	204,43c	0,99	547	198,56b	4,91
Total	1.147	194,02a	2,95	2.074	199,36a	0,55	3.221	196,63	1,52

Letras diferentes en la misma columna o en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

Cuadro 3. Efecto de la interacción hatos x sexo de la cría sobre peso al destete ajustado a 205 días.

Hatos	n	Hembra		Macho		Total			
		Media	et	n	Media	et	n	Media	et
1	252	199,84a	2,95	295	219,11c	2,77	547	209,47a	2,71
2	376	196,94a	1,25	299	209,93d	1,40	675	203,44b	1,03
3	732	169,24b	0,81	720	181,33e	0,82	1.452	175,29c	0,60
4	264	192,24a	4,99	283	204,88d	5,00	547	198,56b	4,91
Total	1.624	189,56b	1,52	1.597	203,81a	1,52	3.221	196,63	1,52

Letras diferentes en la misma columna o en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

adversas durante la época de lluvias. Sin embargo para los años 1996, 1997, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004, los pesos de los animales nacidos en la época lluviosa son mayores que para los nacidos en la época seca. Sólo para en años 1997, 1998 y 2003 se encontró diferencias significativa ($P<0,01$) de 12,49; 12,22 y 11,18 kg, respectivamente, lo cual puede estar relacionado con mejoras en el manejo de los animales en años posteriores a 1998 y en el caso particular del año 2003 puede estar relacionado con los problemas socio-políticos del país durante 2002 y su reflejo en el 2003. Este efecto también fue encontrado por Gómez (2003) y Arias (2007) en vacunos Brahman en Venezuela.

Interacción año de nacimiento x edad de la madre (AN * EM)

Para la discusión de esta interacción se focalizará en las vacas de 3, 6 y 10 años con el objetivo de facilitar la misma (Figura 2). Esta interacción resultó altamente significativa ($P=0,0001$). Vacas de 3 y 10 ó más años en general tienden a destetar becerros menos pesados en comparación a las vacas de 6 años. En cuanto a las diferencias de hijos de vacas de 3 años en comparación a hijos de vacas de 10 o más años las últimas superan en PD a las primeras sólo en el año 1999 en 9,75 kg ($et= 4,21$ $P=0,0205$). Las vacas de 6 años al parto

superan a las de 3 en todos los años de estudio a excepción de los años 2002 y 2003, posiblemente relacionado con la situación socio-política imperante en el país en esos 2 años. Al comparas las vacas de 10 o más años con respecto a las de 6 años, sólo se encontró diferencias estadísticas en los años 2001 y 2004 con diferencias de 16,72 kg ($et=5,27$ kg; $P=0,0015$) y 19,41 ($et=4,96$; $P=0,0032$), respectivamente. Lo anterior ha sido señalado también por Gómez (2003) y Arias (2007). En general, se espera que las vacas respondan de forma similar durante todos los años de estudio, sin embargo, y quizás por razones principalmente de manejo y climático esto no ocurre. (Figura 2).

La tendencia general del efecto principal de EM al parto mostró que en promedio becerros de madres de 5 a 9 años de edad fueron 6,90 kg más pesados, que hijos de vacas de 3, 4 y 10 o más años. Hijos de vacas de 3 años fueron los menos pesados (188,61 kg) seguidos por becerros de vacas de 10 o más años (192,32 kg). La diferencia entre los extremos (vacas de 3 vs. vacas de 6 años) fue de 12, 11 kg (6,40 % más pesados). Estos resultados están por debajo del intervalo encontrado en investigaciones realizadas en Venezuela que han indicado superioridad entre 18,11 y 30,80 kg de las vacas de 5 y 6 años sobre las mayores de 13 años, probablemente debido a que en el presente trabajo se agruparon las vacas de 10

Cuadro 4. Efecto de la interacción año de nacimiento x época de nacimiento sobre peso al destete ajustado a 205 días.

	Época								
	1			2			Total		
Año	n	Media	et	n	Media	et	n	Media	et
1996	137	191,04c	3,38	198	193,61c	1,60	335	192,32c	1,92
1997	173	190,83c	3,03	148	203,32b	2,60	321	197,07b	2,05
1998	97	191,96c	4,11	219	204,19b	1,52	316	198,07b	2,20
1999	96	201,02b	3,80	304	198,41b	1,34	400	199,71b	2,04
2000	132	198,68b	3,77	274	201,16b	1,37	406	199,92b	2,03
2001	134	195,96bc	3,94	235	200,94b	1,53	369	198,45b	2,17
2002	131	208,79a	3,92	242	209,90a	1,45	373	209,34a	2,14
2003	147	179,04d	4,09	244	190,22e	1,58	391	184,63d	2,28
2004	100	188,86c	4,70	210	192,51c	1,58	310	190,68c	2,48
Total	1.147	194,02a	2,95	2.074	199,36a	0,55	3.221	196,63	1,52

Letras diferentes en la misma columna o en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P<0,05$).

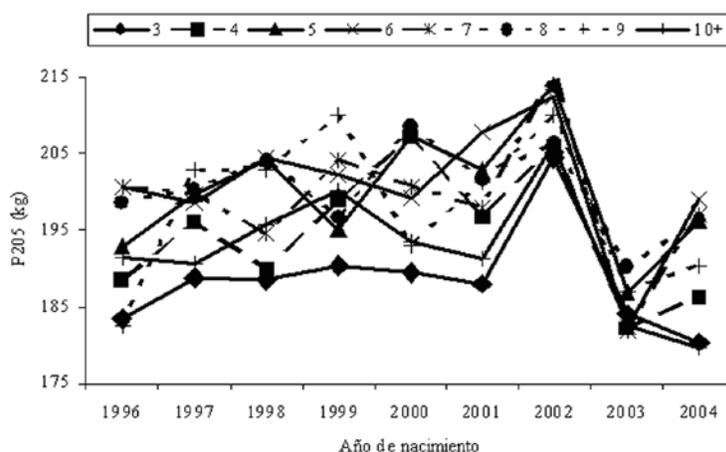


Figura 2. Efecto de la interacción año de nacimiento x edad de madre sobre peso al destete ajustado a 205 días

o más años en un solo grupo (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999a; Gómez, 2003; Arias, 2007).

CONCLUSIONES

El promedio ajustado para PD de estos 4 centros genéticos de vacunos Brahman registrados es alto en comparación con otros rebaños Brahman. Se puede esperar que existan variaciones en este peso de forma importante debido a factores no genéticos como: H, AN, EM al parto y S. Sin embargo, el E de cada uno de estos factores esta condicionado a la existencia de las interacciones H x AN, H x EN, H x S, AN x EN y AN x EM, dentro de estas quizás la más interesante son aquellos que involucra H, especialmente la de H x EN ya que el efecto principal no fue significativo pero si existieron diferencias entre épocas dentro de cada H y también hubo diferencias entre H dentro de cada época.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los hatos que permitieron la utilización de la base de datos. Asimismo, al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento del proyecto PI 01-00-6215-2006.

LITERATURA CITADA

- Arango, J.; D. Plasse; O. Verde; H. Fossi; R. Hoogesteijn; P. Bastidas y R. Romero. 1999. Producción de Brahman y sus Cruces por absorción a Guzerá y Nelore en Sabanas. 2. Pesos al nacer, destete y 18 meses. Livestock Research for Rural Development. 11 (3). Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/3/ara113b.htm> [Diciembre 28, 2007]
- Arias, M. 2007. Estudio genético de crecimiento entre el nacimiento y los 18 meses de edad de animales Brahman. Tesis Magíster Scientiarum. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 93 p.
- Gómez, M. 2003. Factores genético – cuantitativo de la producción de un rebaño Brahman bajo condiciones de sabana. Tesis Magíster Scientiarum. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 158 p.
- Littell, R. C., W. W. Stroup and R. J. Freund. 2002. SAS® for Linear Models, Forth Edition. Cary, NC:SAS Institute Inc. 466 p.
- López, J. y L. Vaccaro. 2002. Comportamiento productivo de la raza Holstein Friesian comparada con la Pardo Suizo en cruzamiento con cebú en rebaños venezolanos de doble propósito. *Zootecnia Trop.* 20 (3): 397-414.
- Martínez, G. 1993. Factores que afectan el crecimiento hasta los 18 meses de edad de machos y hembras en explotaciones de bovinos de Doble Propósito. Tesis de Maestría. Postgrado en Producción Animal, Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. 74 p.

- Martínez, G. y L. Vaccaro. 1996. Pesos y mediciones corporales de bovinos jóvenes y adultos en rebaños doble propósito. **In:** Plasse, D. (Ed.) XIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 185-208.
- Medina-Zaldivar, J., M. Osorio-Arce, y J. Segura-Correa. 2005. Influencias ambientales y parámetros genéticos para características de crecimiento en ganado Nelore en México. *Revista Científica* 15(3):235-241.
- Pérez, A. 1994. Factores que afectan el peso de bovinos a los cuatro meses de edad en rebaños comerciales de doble propósito. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. Pp.46.
- Plasse, D.; O. Verde y H. Fossi. 1999a. Tendencias genéticas y fenotípicas durante tres décadas en un rebaño Brahman registrado. **In:** Romero, R.; D. Plasse y N. Peña de Borsotti. (Eds). XV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 173-213.
- Plasse, D.; O. Verde; H. Fossi; R. Hoogesteijn; P. Bastidas y R. Rodríguez. 1999b. Absorción de Brahman a Guzerá en Sabanas. 2. Pesos al nacer, destete y dieciocho meses. *Rev. Fac. Cs. Vet. UCV.* 40(1):29-35.
- Plasse, D.; O. Verde y L. Camaripano. 2000a. Tendencias genéticas y fenotípicas durante cuatro décadas en un rebaño Brahman registrado. **En:** Romero, R.; D. Plasse y N. Peña de Borsotti. (Eds). XVI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 247-277.
- Plasse, D.; H. Fossi; R. Hoogesteijn; O. Verde; C. Rodríguez y R. Rodríguez. 2000b. Producción de vacas F_1 *Bos taurus* x Brahman apareadas con toros Brahman y de vacas Brahman con toros F_1 *Bos taurus* x Brahman *versus* Brahman. 1. Pesos al nacer, destete, 18 meses y peso final. *Livestock Research for Rural Development.* 12 (4). Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/plas124a.htm> [Diciembre 28, 2007]
- Plasse, D., O. Verde, J. Arango, L. Camaripano, H. Fossi, R. Romero, C. Rodríguez and J. Rumbos. 2002a. (Co)variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a Brahman herd kept on floodable savanna. *Genet. Mol. Res.* 1: 282-297.
- Plasse D, O. Verde, H. Fossi, R. Romero, R. Hoogesteijn, P. Bastidas and J. Bastardo. 2002b. (Co)variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a pedigree Brahman herd under selection for three decades *J. Anim. Breed. Genet.* 119: 141-153.
- Plasse, D., O. Verde, J. Arango, H. Fossi, L. Camaripano, G. Llamozas, A. Pierre and R. Romero. 2004. Genetic and non-genetic trends for calf weights in a *Bos indicus* herd upgraded to pedigree Brahman *Livest. Res. for Rural Devel.* (16): Disponible en línea: [available:http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/7/plas16046.htm](http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/7/plas16046.htm); [Febrero 15, 2008].
- Rodríguez, Y. 2006. Factores no genéticos que afectan el crecimiento en vacunos Brahman registrados. Tesis de Pregrado. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, Venezuela. 112 p.
- Romero, R.; D. Plasse; O. Verde; R. Hoogesteijn; P. Bastidas y R. Rodríguez. 2001. Absorción de Brahman a Guzerá y Nelore en pasto mejorado 2. Pesos al nacer, destete y dieciocho meses. *Livestock Research for Rural Development.* (13):1. Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/1/rome131.htm>. [Diciembre 15, 2007]
- Statistical Analysis System, SAS 9.1. 2004. SAS Institute Inc., SAS 9.1, Cary, NC: Disponible en línea: <http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/index.html> [Junio 25, 2007]

Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*

José C. Correa Negrete¹, Amilkar A. Garrido Correa¹, Martha J. Prieto Guevara², Víctor J. Atencio García², Sandra C. Pardo Carrasco^{3*}

¹Profesionales en Acuicultura, Universidad de Córdoba, Carrera 6 #76-103, Teléfono 7860113 ext 267, Montería.

²Docentes FMVZ/DCA/CINPIC Universidad de Córdoba. Montería.

³Docente FCA/DPA/BIOGEM Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Calle 59A#63-020 Bloque 50 oficina 313, Tel 4309044, Medellín. * Correo electrónico: scpardoc@unal.edu.co

RESUMEN

Con el objeto de realizar una caracterización hematológica básica, fueron examinados 25 hembras (H; 758,4±362,5 g y 60,5±0,7 cm) y 12 machos (M; 577,1±187,1 g y 49,8±4,9 cm) adultos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* capturados en la cuenca del río Sinú. El conteo de los eritrocitos se estimó en 8,3±2,0x10⁶ H y 9,7±3,2x10⁶ cel/mm³ M, los trombocitos en 7,4±4,3x10⁵cel/mm³ H 3,5±2,4x10⁵cel/mm³ M y los leucocitos en H fueron estimados en 53±39x10³cel/mm³ y 43±16x10³cel/mm³ en M. El conteo diferencial de leucocitos para H fue de 70,6±12,3% linfocitos, 14,6±6,8% neutrófilos, 11,8±8,0% monocitos, 3,28±3,7% basófilos y 0,32±0,63% eosinófilos y para M fue 55,8±11,5% linfocitos, 17,8±9,3% neutrófilos, 20,0±7,4% monocitos, 5,4±3,1% basófilos y 1,0±1,1% eosinófilos. La hemoglobina fue de 9,4±2,3 g/dl y 10,5±2,3 g/dl, el hematocrito 22,7±5,7% y 25,5±5,6% para H y M respectivamente. Los índices eritrocíticos fueron volumen corpuscular medio 11,5±2,2 fL y 12,2±5,7 fL, concentración corpuscular media de hemoglobina 41,7±3,9 g/dl y 42,1±6,5 g/dl y hemoglobina corpuscular media 27,6±5,1 pg y 29,2±13,7 pg para H y M respectivamente. En el recuento diferencial de leucocitos fueron encontradas diferencias (P<0,05) entre M y H en el porcentaje de linfocitos (inferior para M), neutrófilos y eosinófilos (superiores en M). Esto sugiere una mayor sensibilidad por parte de los M al proceso de captura y manipulación, y no hubo signos patológicos con los que se puedan relacionar estos cambios en el recuento diferencial de leucocitos. Los resultados obtenidos sugieren que las características hematológicas del blanquillo están dentro de los rangos reportados para peces neotrópicales, aparentemente saludables. Este estudio es el primer resultado acerca de los parámetros sanguíneos del blanquillo.

Palabras clave: *Sorubim cuspicaudus*, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos, trombocitos

Characterization of blood cells and hematological parameters in Trans-Andean shovelnose catfish *Sorubim cuspicaudus*

ABSTRACT

In order to assemble a hematological characterization 25 females (F; 758,4±362,5 g of weight and 60,5±0,7 cm of total length) and 12 males (M; 577,1±187,1 g y 49,8±4,9 cm) of Trans-Andean shovelnose catfish adult *Sorubim cuspicaudus*, captured in the Sinú river basin were examined. The total erithrocytes were of 8,3±2,0x10⁶ F and 9,7±3,2x10⁶ cel/mm³ M, thrombocytes 7,4±4,3x10⁵cel/mm³ F 3,5±2,4x10⁵cel/mm³ M and leucocytes in F were estimated in 53±39x10³cel/mm³ and 43±16x10³cel/mm³ in M. The differential count of leukocytes for F were 70,6±12,3% lymphocytes, 14,6±6,8% neutrophils, 11,8±8,0% monocytes, 3,28±3,7% basophils and 0,32±0,63% eosinophils, for M were 55,8±11,5% lymphocytes, 17,8±9,3% neutrophils, 20,0±7,4% monocytes, 5,4±3,1% basophils y 1,0±1,1% eosinophils. The hemoglobin was 9,4±2,3 g/dl and 10,5±2,3 g/dl, hematocrit 22,7±5,7% and 25,5±5,6% for F and M respectively. The erythrocyte index: Mean corpuscular volume (MCV)

were $11,5 \pm 2,2$ fL and $12,2 \pm 5,7$ fL; mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) were $41,7 \pm 3,9$ g/dl and $42,1 \pm 6,5$ g/dl and mean corpuscular hemoglobin (MCH) $27,6 \pm 5,1$ pg and $29,2 \pm 13,7$ pg, for F and M, respectively. In the differential count of leukocytes statistical differences were found between F and M ($P < 0,05$), the lymphocytes percentage in males was inferior to F, neutrophils and eosinophils percentage were superior in M than F. This suggests a greater sensibility from the M to the process of capture and handling, and there is no pathological signs which could be related to this changes in the differential count of leukocytes. All the fish were apparently healthy, and without pathology signs. The results obtained suggest that Trans-Andean shovelnose catfish hematology characteristics are in normal range for neotropical fish, apparently healthy. This study is the first report about hematological parameters in Trans-Andean shovelnose catfish.

Keywords: *Sorubim cuspicaudus*, haematology, blood chemistry, freshwater fish; hematocrit;leucocytes.

INTRODUCCIÓN

El blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Littmann *et al.*, 2000) es el silúrido reofílico (Pimelodidae) más importante en la cuenca del río Sinú debido a su excelente aceptación en el mercado y alto valor comercial juega un papel muy importante en la economía pesquera de la región. Adicionalmente, dadas sus características zootécnicas como piel sin escamas, ausencia de espinas intermusculares y buena calidad cárnica es considerado un excelente candidato para la piscicultura continental tropical (Atencio y Solano, 1994). Es un carnívoro con tendencia piscívora, siendo sus peces preferidos cocobolo *Aequidens pulcher*, sardinas *Astyanax sp.*, *Saccoderma sp* y yalúa *Cyphocharax magdalenae* (Villadiego-Monterrosa *et al.*, 2004).

Recientemente fue declarado en peligro de extinción por la disminución de sus capturas y tallas en las cuencas del Magdalena y del Sinú, como consecuencia de la sobrepesca y el deterioro ambiental (Mojica *et al.*, 2002), por lo que es necesario implementar acciones para su recuperación y conservación. Dentro de estas acciones la producción en cautiverio con fines de repoblamiento y fomento piscícola, podría ayudar a disminuir la presión de pesca sobre este recurso, sin embargo, son requeridos muchos conocimientos anatómicos y fisiológicos de la especie para construir un adecuado paquete de producción.

La hematología es una herramienta empleada con éxito como instrumento de diagnóstico en la ciencia veterinaria pero en acuicultura es aún muy poco usada, especialmente en Latinoamérica, debido al escaso conocimiento sobre los parámetros fisiológicos

normales en las diferentes especies de peces de importancia comercial (Kinkelin *et al.*, 1985). Adicional al escaso conocimiento sobre parámetros sanguíneos normales, son limitados los reportes sobre las desviaciones causadas por las técnicas de muestreo (Marino *et al.*, 2001), los diferentes sistemas de cultivo, la calidad de agua (Hrubec *et al.*, 2000), así como cuales son los parámetros más importantes para ser determinados. También factores fisiológicos como ciclo reproductivo, edad, género y nutrición han sido obtenidos como generadores de cambios en los parámetros sanguíneos de los peces (Groff y Zinkl, 1999; Verdegem *et al.*, 1997). Todo lo anterior ha limitado el uso de la hematología como herramienta para el mantenimiento de la salud de los peces, indicando la necesidad de realizar estudios considerando los factores anteriormente citados.

Avanzar en el conocimiento de la hematología del blanquillo permitirá abordar la producción en cautiverio con un adecuado manejo sanitario y aportará información para la consolidación de una herramienta diagnóstica para la vigilancia epidemiológica; ya que los parámetros sanguíneos son indicadores rápidos de alteraciones fisiológicas (Sadnes *et al.*, 1988; Campbell y Murru, 1990). El objetivo del estudio fue la caracterización hematológica básica del blanquillo del río Sinú, buscando diferencias entre sexos.

MATERIALES Y METODOS

Fueron analizados 37 adultos de *Sorubim cuspicaudus*, 25 hembras (H) y 12 machos (M) aparentemente sanos, capturados en la parte baja del río Sinú entre abril y diciembre de 2007 con trasmallo y atarraya. El trasladado al Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba

(CINPIC, Montería, Córdoba) se realizó en un tanque rectangular de plástico (1,5x0,5x0,5 m) con aireación permanente. Para evitar lesiones entre los peces cada individuo fue introducido en un tubo de PVC de 60 cm de longitud y 4 pulgadas de diámetro con los extremos cubiertos con malla. En el CINPIC fueron transferidos a estanques de 600 m², a una densidad de siembra de 100 g/m², el agua del estanque presentó concentración promedio de oxígeno disuelto de 4,0±1,0 mg/l, temperatura 28,0±2,0°C, pH 7,2±0,5, dureza 50,0±10,0 mg/l, alcalinidad 80,0±10,0 mg/l y amonio total menor de 0,1 mg/l. Después de 3 meses, fueron retirados del estanque y transferidos a piletas en concreto, con similares condiciones de calidad de agua y pasadas 24 h se hizo la extracción sanguínea de cada ejemplar.

Los ejemplares analizados fueron adultos en estado de maduración, no habían completado la vitelogénesis, sin signos de maltrato o lesiones, con nado equilibrado en línea horizontal; por lo que se consideraron aparentemente sanos. La longitud total (Lt) promedio de las H fue 54,9±6,9 cm y la de los M fue 49,8±4,9 cm. El peso promedio fue 758,4±362,5 g para H y de 552,1±175,9 g para M.

Las muestras de sangre se obtuvieron puncionando el paquete vascular caudal, entre la línea lateral y el septo medio ventral, extrayendo de 2 a 3 ml de sangre por individuo y recibida en tubo para vacuetea (Vacuette®, Greiner Bio-one, USA) con anticoagulante EDTA (Ethylen Diamino Tetra Acético) Rodríguez (1991); Coles (1989). La sangre extraída se dividió en dos partes, una de las cuales se centrifugó a 12.000 rpm durante 5 min para la extracción del plasma en el cual se determinó hemoglobina y con la otra se realizó el hemograma.

El recuento total de eritrocitos, leucocitos y trombocitos se realizó en cámara de Neubauer de 0,0025 mm² (Optic Labor, Alemania). Para el conteo de eritrocitos se utilizó como diluyente solución salina fisiológica, y para trombocitos y leucocitos se utilizó el reactivo de Natt-Herrick (Conroy, 1998), en ambos casos la dilución fue de 1:200. El hematocrito (Ht) se realizó en microcentrifuga (Indulab, CTI-D, Colombia); hemoglobina (Hb) con el reactivo de Drabkin siguiendo la metodología de la cianometahemoglobina y leyendo en espectrofotómetro a 546 nm. Para los índices eritrocíticos como volumen corpuscular medio

(VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), se aplicaron las fórmulas descritas por Conroy y Conroy (1987). Para realizar el recuento diferencial de leucocitos se hicieron frotis sanguíneos teñidos con coloración tipo Romanowsky (Wright; Conroy y Conroy, 1987). Se tomaron fotografías de las células sanguíneas con ayuda de un microscopio óptico (Carl Zeiss, Axioestar, Alemania) con cámara fotográfica digital incorporada (Canon, Power Shot G5, Japón) y se midió el largo y ancho de la célula y del núcleo, se calculó el área de la célula, citoplasma y núcleo de cada una con ayuda de un analizador de imágenes (Carl Zeiss, AxioVisión 4,3, Alemania).

A las variables analizadas se les aplicó estadística descriptiva, los valores obtenidos fueron expresados como promedios±desviación estándar (Prom±DS). La comparación de los valores de hematología entre M y H se realizó mediante la prueba *t-test* (P<0,05). El análisis estadístico se realizó con la ayuda del software Systat versión 7,0 (SPSS Inc, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de eritrocitos en adultos de *S. cuspidatus* entre H (8,3 x10⁶ cel/mm³) y M (9,6 x10⁶ cel/mm³) no mostró diferencia estadística (Cuadro 1). Al comparar estos valores con otro silúrido como *Rhamdia quelen* (1,9x10⁶ cel/mm³) Tavares-Días *et al.* (2002a) el blanquillo registró un número mayor de eritrocitos. Igualmente presentó mayor número de eritrocitos que *Salminus affinis* (2,2x10⁶ cel/mm³), Atencio-García *et al.* (2007), carácido carnívoro que comparte condiciones medioambientales similares al ser de la misma cuenca. También el valor de eritrocitos de blanquillo fue mayor que el reportado en otras especies tropicales de ambientes leníticos como *Oreochromis niloticus* (6,9 x10⁶ cel/mm³ Bittencourt *et al.*, 2003); y que en *Galaxias maculatus* (1,1x10⁶ cel/mm³), pez de aguas frías (Jaramillo, 2005). Pero Tavares-Días *et al.* (2002b), observaron un número mucho mayor de eritrocitos en *Piaractus mesopotamicus* (19,4x10⁶ cel/mm³) un pez reofilico pero de hábito omnívoro.

Las variaciones sanguíneas pueden deberse a las técnicas utilizadas para el muestreo, a la procedencia de los ejemplares, a factores de calidad de agua, a la situación fisiológica en la cual el pez se encuentra y a la presencia de ciertas enfermedades o estados

Cuadro 1. Recuento total de células sanguíneas en hembras y machos adultos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* de la cuenca del río Sinú (% corresponde al porcentaje de cada célula dentro del total de todas).

Células	Hembras				Machos			
	Prom±DS	Max	Min	%	Prom±DS	Max	Min	%
Eritrocitos (celx10 ⁶ /mm ³)	8,3±2,0a	11,6	3,7	91,3	9,7±3,2a	14,0	3,5	96,1
Trombocitos (celx10 ⁵ /mm ³)	7,4±4,3a	19	2	8,1	3,5±2,4b	7,9	0,8	3,0
Leucocitos (celx10 ³ /mm ³)	53,0±3,9a	155	8,5	0,6	43±1,6a	80	20	0,4

*Letras diferentes entre columnas de la misma línea significa diferencia estadística entre medias (P<0,05).

patológicos (Verdegem *et al.*, 1997; Groff y Zinkl, 1999; Hrubec *et al.*, 2000; Marino *et al.*, 2001); pero también al sexo, como se evidencia en este trabajo. Estas variaciones igualmente han sido obtenidas en peces dentro de su medio ambiente (Vuren y Hattinng, 1978; Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999) y atribuidas a diferentes factores tales como la genética, el estrés por captura y transporte (Kori-Siakpere, 1985; Tavares-Dias *et al.*, 2001) y los procedimientos de muestreo sanguíneo (Luskova, 1998; Tavares-Dias y Sandrim, 1998). La diferencia en el número de eritrocitos entre especies, posiblemente esté más relacionada con los hábitos y las características fisiológicas, que son dependientes del medio ambiente en el cual el pez vive. La cantidad de eritrocitos debe estar estrechamente relacionada con la presión del oxígeno en el agua, con el tipo de desplazamiento del pez y con el metabolismo de la especie en particular, ya que su función es el transporte de oxígeno. De cualquier forma, los eritrocitos son las células sanguíneas más abundantes.

Los trombocitos son células que juegan un papel importante en el proceso de coagulación sanguínea, al igual que en el sistema de defensa por medio de la actividad fagocítica y bactericida (Campbell, 1988). Debido a esto, diversos autores incluyen los trombocitos en el recuento diferencial de leucocitos. Sin embargo, otros están en desacuerdo y lo contabilizan como serie independiente (Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999; Hrubec *et al.*, 2001; Örin y Erdemli, 2002; Ranzani-Paiva *et al.*, 2003, Atencio-García *et al.*, 2007). En este estudio no fueron incluidos los trombocitos

en el recuento diferencial de leucocitos cambio, el reactivo de Natt y Herrick (1952) permitió en una misma dilución identificar leucocitos y trombocitos, y fue posible hacer recuento total de estas dos células. En blanquillo los trombocitos fueron las segundas células en abundancia, siendo fáciles de identificar por sus características morfológicas y su tamaño. Esto concuerda con lo descrito por Rey y Guerrero (2007) para *Cichlasoma dimerus*.

Cuando los trombocitos son incluidos en los recuentos de leucocitos, representan más del 50% de los leucocitos circulantes (Ueda *et al.*, 1997). El recuento total de trombocitos encontrados en *S. cuspicaudus* presentó diferencia estadística significativa entre sexos (P<0,05); las H registraron el doble de trombocitos que los M. Aunque en ambos casos los promedios son superiores a los registrados para *S. affinis* (0,25x10⁵ cel/mm³) Atencio-García *et al.* (2007) y *P. mesopotamicus* (0,56x10⁵ cel/mm³) Tavares-Dias y Mataqueiro (2004), realizando el conteo de trombocitos en la misma forma. Ningún otro trabajo presenta resultados de valores en M y H, menos aún situaciones de diferencia entre estos mismos. La diferencia entre los promedios de trombocitos de estas especies sugiere estén asociadas a factores de tipo interespecífico, así como se observa con los eritrocitos. Al respecto Rowley *et al.* (1988) señalaron que la sangre cuando es colectada con anticoagulante, los trombocitos exhiben forma oval y que probablemente esta es su apariencia normal *in vivo*; mientras que sin anticoagulante aparecen agregados y rasgados, indicando coagulación e

impidiendo el recuento. En este estudio la sangre fue recibida en EDTA, por lo que exhibieron forma oval y el recuento fue posible.

Las variaciones intraespecíficas de leucocitos son influenciadas por características propias de cada individuo relacionadas con el carácter migratorio de los leucocitos entre la circulación y los órganos leucopoyéticos (bazo y riñón) en respuesta a los estímulos ambientales a que cada individuo está expuesto, lo que pudo ocurrir con los ejemplares del presente estudio que a pesar de estar bajo las mismas condiciones ambientales, hubo diferencias individuales. Las variaciones interespecíficas pueden ser ocasionadas por diversos factores como la época (Raizada y Sing, 1981; Tavares-Dias y Moraes, 2004), la reproducción (Raizada y Sing, 1981), los hábitos alimenticios, necesidades metabólicas de cada especie y condiciones eco-fisiológicas (Tandon y Joshi, 1976; Raizada y Sing, 1981; Tavares-Dias y Moraes, 2004). Evidenciando lo anterior, los estudios muestran variaciones en el número de leucocitos entre teleosteos tropicales de aguas continentales entre $6,5$ a $72,5 \times 10^3$ cel/mm³ de sangre (Tandon y Joshi, 1976). En este estudio, el valor promedio de leucocitos en *S. cuspidus* se encuentra entre el rango anotado anteriormente; sin embargo, se han presentado valores menores en especies como *S. affinis* ($6,1 \times 10^3$ cel/mm³), Atencio-García *et al.* (2007) y *Prochilodus scrofa* ($4,8 \times 10^3$ cel/mm³) Ranzani-Paiva *et al.* (1998;1999).

En la diferenciación de leucocitos fueron observados linfocitos, neutrófilos, monocitos, basófilos y eosinófilos ver Cuadro 2; siendo los linfocitos, monocitos y neutrófilos las células más frecuentes en las extensiones sanguíneas de *S. cuspidus*, situación que coincide con los trabajos realizados en *Salminus maxillosus* (Ranzani-Paiva *et al.*, 2003); *S. affinis* (Atencio-García *et al.*, 2007), *R. quelen* (Tavares-Dias *et al.*, 2002a); *Galaxias maculatus* (Jaramillo, 2005). Al comparar estos resultados con otros trabajos, se puede observar que la cantidad de estos tres tipos de células es muy variable, ya que, se encuentran resultados de linfocitos 4,24% en *P. scrofa* (Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999), 3,20% para *P. mesopotamicus* (Tavares-Dias *et al.*, 2002a); de igual forma para neutrófilos se encuentran registros de 83,7% en *P. scrofa* (Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999) y 0,8% para *P. mesopotamicus* (Tavares-Dias *et al.*, 2002b). Los linfocitos son, usualmente, las células más comunes de leucocitos, representando

más del 85% del total, cuando son excluidos los trombocitos (Groff y Zinkl, 1999).

La diferencia estadística en el número de linfocitos, neutrófilos y eosinófilos entre H y M puede deberse a una respuesta diferente por parte de los M al manejo en cautiverio; es decir, los M fueron más sensibles que las H. Esto puede ser inferido puesto que ambos se encontraban en el mismo ambiente, sometidos a situaciones iguales, sin embargo los M revelaron la condición típica de un animal estresado. Puede sugerirse que los M manifestaron linfopenia (cantidad menor de linfocitos, estadísticamente diferente al de las H, $P < 0,05$), neutrofilia (cantidad mayor de neutrófilos, estadísticamente diferente al de las H, $P < 0,05$) y eosinofilia (cantidad mayor de eosinófilos, estadísticamente diferente al de las H, $P < 0,05$), como también, puede que estos valores más bajos estén dentro del rango normal de la especie, por lo que hace falta profundizar más en el tema hasta definir el cuadro hemático normal del blanquillo.

Cambios en los recuentos celulares son de hecho indicadores de situaciones anómalas en los individuos, como lo mencionan varios autores. Conroy (1972), Satchell (1991) y Stoskopf, (1993) revelan que los aumentos o disminuciones en el número de las células hemáticas pueden deberse a procesos patológicos, la linfopenia puede ser causada por el estrés de la hipoxia, septicemias bacteriales e infecciones por hongos. La neutrofilia es habitual en diversas patologías, como inflamaciones, situaciones de estrés, infecciones bacterianas y protozoarias (Stoskopf, 1993; Olabuenaga, 2000; Fernández *et al.*, 2002). La linfopenia puede ser el resultado de inmunosupresión causada por estrés durante la época reproductiva. Como en el presente estudio no hubo signos de enfermedad, estos cambios solo se podrían atribuir al estrés.

En *Salmo trutta* durante la época reproductiva, Pickering (1986) encontró una marcada linfopenia en adultos sexualmente maduros de ambos sexos frente a los valores de la época no reproductiva y, un incremento en el número de eritrocitos en M maduros comparados con inmaduros de ambos sexos. Sin embargo, Rey y Guerrero (2007) no encontraron diferencia estadística significativa entre parámetros hematológicos de H y M adultos de *Cichlasoma dimerus*. El presente estudio se realizó con adultos en estado prerreproductivo, es decir aún no habían

completado la vitelogenénesis y no habían iniciado la maduración final; por lo que es posible sugerir que las diferencias encontradas entre M y H sean debidas a una diferente respuesta al estrés entre sexos.

Los basófilos y eosinófilos son las células menos frecuentes en este grupo y su abundancia está altamente relacionada con enfermedades en los peces (Powell *et al.*, 1990; Barnett *et al.*, 1996), puesto que en condiciones normales (peces sanos) son escasas y en algunos casos ausentes. Los eosinófilos fueron las células menos frecuentes (Cuadro 2) lo cual sugiere un buen estado de salud de los animales analizados; aunque estadísticamente el valor de los M es diferente y pudiese sugerirse una ligera eosinofilia comparada con el valor de las H. La eosinofilia está asociada a la ocurrencia parasitaria, según las observaciones de Martins *et al.* (2004) en *Leporinus macrocephalus* (13,3%) y Ranzani-Paiva (1998;1999) en *Colossoma macropomun* y *P. mesopotamicus* con 13,59 y 55,7% respectivamente.

La concentración de basófilos en los extendidos de *S. cuspicaudus* presentó valores superiores a los señalados por Atencio-García *et al.* (2007) para *S. affinis* (0,4%).

En *S. cuspicaudus* los índices hematológicos presentaron datos compatibles con los obtenidos en peces neotropicales. El hematocrito está asociado a varios factores. Valores menores ocurren en peces más primitivos, en peces que habitan ambientes léniticos, sedentarios y bentónicos, valores mayores ocurren en especies marinas pelágicas (Larson *et al.*, 1976) y activas (Tavares-Dias y Moraes, 2004).

El hematocrito en *S. cuspicaudus* (Cuadro 3) fue similar a los registrados para *R. quelen* 26,5% (Tavares-Dias *et al.*, 2002a); en *G. maculatus* 19,0% (Jaramillo, 2005); vale la pena resaltar que las tres especies mencionadas son de ambientes lóticos y fueron evaluadas en condiciones aparentemente saludables. La variación en el hematocrito se debe a las adaptaciones fisiológicas de las especies, pues los

Cuadro 2. Recuento total y diferencial de leucocitos de hembras y machos adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* de la cuenca del río Sinú.

Parámetros	Hembras	Machos
Leucocitos (celx10 ³ /mm ³)	53,0±3,9a	43,0±1,6 a
Linfocitos (%)	70,6±12,3a	55,8±11,5b
Neutrófilos (%)	14,6±6,8a	17,8±9,3b
Monocitos (%)	11,8±8,0a	20,0±7,4a
Basofilos (%)	3,28±3,7a	5,4±3,1a
Eosinofilos (%)	0,32±0,63a	1,0±1, 1b

*Letras diferentes entre columnas de la misma línea significa diferencia estadística entre medias (P<0,05).

Cuadro 3. Índices hematológicos de hembras y machos adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. (VCM, volumen corpuscular medio; CCMH concentración corpuscular media de hemoglobina; HCM, hemoglobina corpuscular media; g/dl, gramos por decilitros; fL, fentolitros; pg, picogramos).

Parámetros	Hembras	Machos
Hematocrito (%)	22,7±5,7a	25,5±5,6a
Hemoglobina (g/dl)	9,4±2,3a	10,5±2,3a
CCMH (g/dl)	41,7±3,9a	42,1±6,5a
VCM (fL)	11,5±2,2a	12,2±5,7a
HCM (pg)	27,6±5,1a	29,2±13,7a

*Letras diferentes entre columnas de la misma línea significa diferencia estadística entre medias (P<0,05).

valores son mayores para aquellas de mayor actividad locomotora o actividad pelágica migratoria y son menores para bentónicas, lentas o sedentarias, en las cuales los eritrocitos son más grandes y se observan en menor número (Glazova, 1976; Wintrobe, 1934).

En general existe una correlación entre la hemoglobina y el hematocrito puesto que sus valores también están relacionados con la actividad y el hábitat de los peces (Tavares-Dias y Moraes, 2004); además Molnár y Tamassy (1970) demuestran que los peces carnívoros, poseen mayor concentración de hemoglobina cuando se comparan con herbívoros y omnívoros. La concentración de hemoglobina en *S. cuspicaudus* fue similar al resultado para carnívoros como *S. affinis* 12,5 g/dl (Atencio-García, *et al* 2007) y omnívoros como *Cyprinus carpio* 10,5 g/dl (Tavares-Díaz *et al.*, 2004); *Brycon hilari* 12,2 g/dl (Zaiden, 2000) y *O. niloticus* 10,5 g/dl (Bittencourt *et al.*, 2003).

Para *S. cuspicaudus* el VCM fue muy bajo al compararlo con el de *S. affinis* (163,8 fL) según los datos obtenidos por Atencio-García *et al.*, 2007, sin embargo debe tenerse en cuenta que VCM se obtiene dividiendo el hematocrito por el número total de glóbulos rojos, valor extremadamente alto en blanquillo al compararlo con *S. affinis*, como se mostró anteriormente. La CCMH fue en ambos sexos similar a la reportado para *S. affinis* 35,0 g/dl (Atencio-García *et al.*, 2007); Bittencourt *et al.* (2003) registrados en *O. niloticus* 35,2 g/dl. El HCM en ambos sexos fue similar a lo reportado para *Brycon amazonicus* (37 pg) por Benavides (2002).

El Cuadro 4 muestra los tamaños de las células sanguíneas de *S. cuspicaudus*. Los eritrocitos se

caracterizaron por presentar forma ovoide y núcleo de igual apariencia, el cual se encuentra en el centro de la célula formado por una masa compacta de cromatina; citoplasma homogéneo, acidófilo ocupando gran parte de la célula (Figura 1).

Los trombocitos son usualmente pequeños, tienen formas variadas como redondas, ovaladas, pero con predominancia de las fusiformes. El núcleo es frecuentemente largo sigue el contorno de la célula esparciéndose en el citoplasma, el cual es escaso, poco visible y no presenta granulaciones (Figura 2).

Los linfocitos son células de tamaño y forma variables, observándose pequeñas, grandes, redondas y ligeramente redondas; citoplasma escaso agranular, frecuentemente irregular y basófilos. El núcleo es grande, ocupa gran parte de la célula y su relación con el citoplasma es de 1:1.4 (Figura 3).

Los monocitos tienen mayor tamaño que los linfocitos, son células esféricas, el núcleo tiene una relación de 1:0.8 con el citoplasma, se observó de forma variable entre redonda, ovalada y fue frecuente observar una ligera invaginación en forma de riñón, la cromatina se encuentra un poco dispersa. El citoplasma presenta aspecto basófilos, se evidencian vacuolas en su interior (Figura 4).

Los basófilos fueron el segundo grupo de células sanguíneas más grandes; son redondas, el citoplasma es basófilos, presenta muchos gránulos esféricos oscuros que generalmente cubren el núcleo; que es excéntrico y presentó una relación de 1:2.2 respecto al citoplasma (Figura 5).

Los neutrófilos se presentaron de forma redonda y semirredonda; el núcleo se encontró excéntrico,

Cuadro 4. Tamaño de las células sanguíneas de Blanquillo Sorubim *cuspicaudus* (Long, longitud; citop, citoplasma).

	Célula		Núcleo		Área		
	Long (µm)	Ancho (µm)	Long (µm)	Ancho (µm)	Célula (µm ²)	Núcleo (µm ²)	Citop (µm ²)
Eritrocitos	10,5	8,8	4,2	3,4	75,6	12,0	63,7
Trombocitos	8,1	4,1	6,0	2,6	27,1	13,7	13,5
Linfocitos	6,0	5,3	4,5	3,9	26,4	14,8	11,6
Neutrófilos	9,3	8,7	6,2	4,6	65,4	23,5	41,9
Basófilos	9,8	9,4	6,6	5,2	76,0	27,8	48,2
Monocitos	10,0	9,2	5,9	4,4	77,5	21,0	56,4

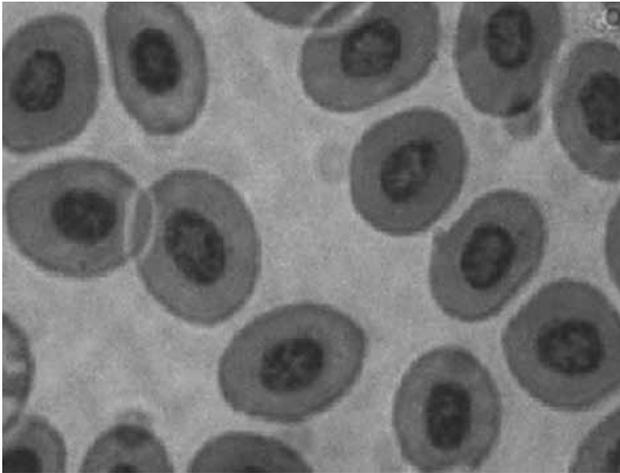


Figura 1. Microfotografía de eritrocitos de adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wriath, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

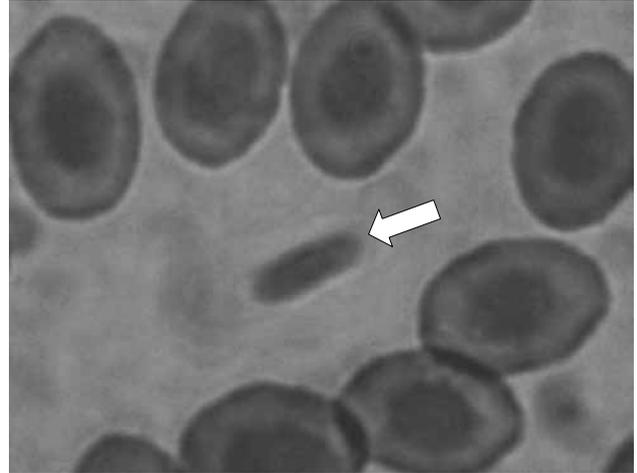


Figura 2. Microfotografía de trombocitos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wriath, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

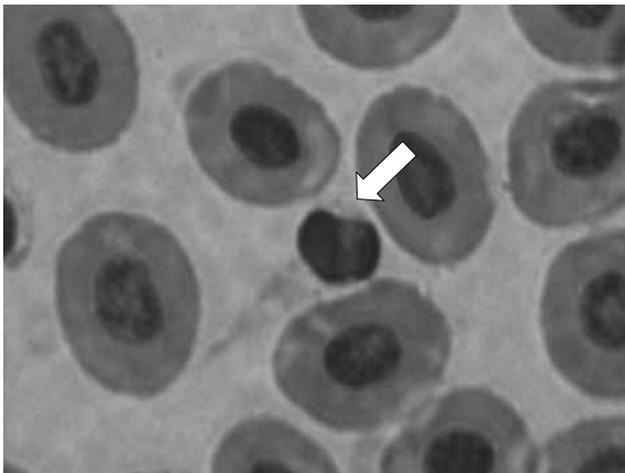


Figura 3. Microfotografía de linfocitos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wriath, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

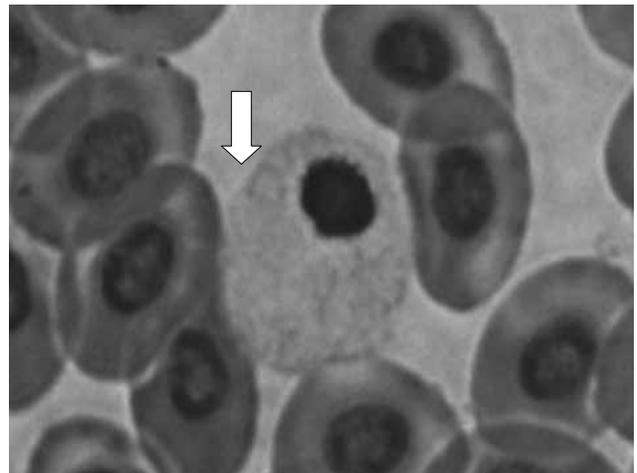


Figura 4. Microfotografía de monocitos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wriath, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

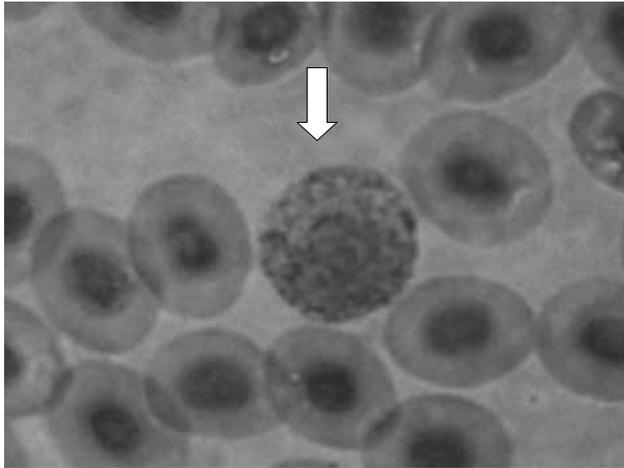


Figura 5. Microfotografía de basófilos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrigth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

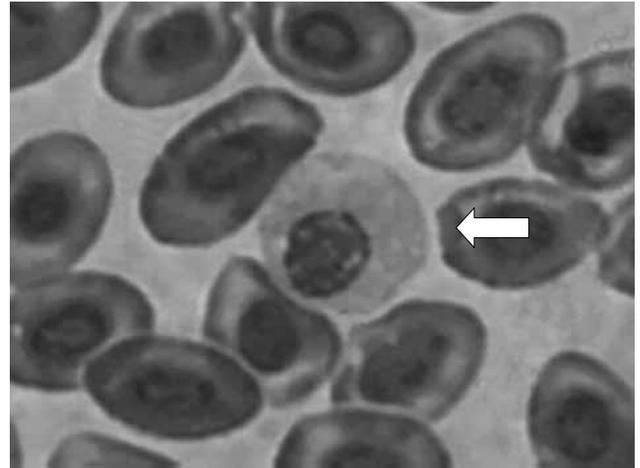


Figura 6. Microfotografía de neutrófilos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrigth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

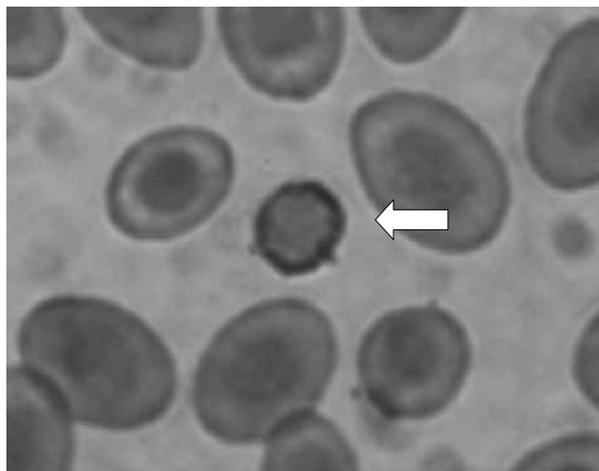


Figura 7. Microfotografía de eosinófilos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrigth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

redondo, segmentado, generalmente bilobulado, con cromatina ligeramente compactada. Presentaron un gran citoplasma basófilo, en el que se observaron gránulos redondos. Los neutrófilos medidos presentaron menor tamaño que los linfocitos y eritrocitos (Figura 6).

Los eosinófilos morfológicamente se observaron redondas y relativamente grandes, su núcleo es excéntrico, a menudo bilobulado, se caracterizan por su citoplasma eosinófilo, presenciándose gránulos alargados numerosos y rojizos (Figura 7).

Para *S. cuspidatus* la morfología de los diferentes tipos de células sanguíneas es muy similar a la conseguida en otras especies. Morfológicamente los eritrocitos y trombocitos se presentan similares a los de *S. maxillosus* (Veiga *et al.*, 2000; Ranzani-Paiva *et al.*, 2003) y *B. amazonicus* (Benavides, 2002). La morfología de los linfocitos y eosinófilos para *S. cuspidatus*, coincide con la reportada para *B. amazonicus* (Benavides, 2002), *S. affinis* (Atencio-García *et al.*, 2007), *S. maxillosus* (Veiga *et al.*, 2000; Ranzani-Paiva *et al.*, 2003); de igual manera las características de los basófilos coinciden con las de *B. amazonicus* (Benavides, 2002).

Es escasa la información sobre merística de las células sanguíneas en especies neotropicales. El tamaño de las células sanguíneas medidas en *S. affinis* por Atencio-García *et al.* (2007) es similar al descrito en este estudio, caso contrario a lo reportado en *G. maculatus* por Jaramillo (2005), cuyas células tienden a ser más pequeñas que las de *S. cuspidatus*, esta diferencia de tamaño se puede asociar a que son especies de ambientes totalmente diferentes, o a la etapa de madurez de las células.

CONCLUSIONES

El cuadro hemático encontrado para blanquillo es similar al de otros pimelódidos neotropicales. Las diferencias encontradas en algunos parámetros sanguíneos entre M y H sugieren, probablemente, alteraciones patológicas subclínicas o algún grado de estrés.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Córdoba por la financiación del presente estudio (proyecto FMV-03-05, 1120129). Al Dr. Alvaro Arismendiz por la colaboración en el análisis de química sanguínea.

LITERATURA CITADA

- Atencio-García V., F. Genes López, D. Madariaga Mendoza y S. Pardo Carrasco. 2007. Hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (*Salminus affinis* Pisces: Characidae) del río Sinú. Acta Biol. Colomb., 12Suppl:27-40.
- Atencio-García V. J. y J. M. Solano. 1994. Producción pesquera en la Ciénaga de Betancí. Rev. Universidad de Córdoba, 6:73-78.
- Barnett R. R., T. Akindele, C. Orte and L. Shephard. 1996. Eosinophilic granulocytes in the epidermis of *Oreochromis mossambicus* gill filaments studied in situ. J. Fish Biol., 49:148-156.
- Benavides C. 2002. Valoración hematológica y química sanguínea en el Yamú *Brycon amazonicus* Trabajo de pregrado. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. 95p.
- Bittencourt N. L., L. M. Molinari, D. O. Scoaris, R. B. Pedroso, C. V. Nakamura and T. Ueda-Nakamura. 2003. Haematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 25(2):385-389.
- Campbell T. and F. Murru. 1990. An introduction to fish hematology. The compendium-Small Animal, 12:525-533.
- Campbell, T. W. 1988. Fish cytology and hematology. Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.), 18:349-364.
- Coles, R. 1989. Diagnóstico y patología veterinaria. Interamericana, MC Graw – Hill, México. 1584p
- Conroy, D. A. y G. Conroy. 1987. Manual de métodos de diagnóstico en ictiopatología, con especial referencia a los salmónidos. Documento de campo 4 (Esp). FAO, Brasilia, Brasil. 56p
- Conroy, D. A. 1998. Manual de métodos y técnicas de laboratorio de uso común en la hematología pisciaria. Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Microbiología y Bacteriología, Venezuela. 25p
- Conroy, D. A. 1972. Studies on the hematology of the Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Zoological Society London, (30):101-127.

- Fernández, A. B., I. Ruiz y I. Blas. 2002. El sistema inmune de los teleosteos (III): Respuesta inmune inespecífica. *Rev. AquaTIC*, Universidad de Zaragoza, España, 18. Disponible en línea: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=162>.
- Glazova, T. N. 1976. Physiological and biochemical blood characteristics of some species of tropical fish from the Pacific Ocean. *J. Ichthyol.*, 16(1):95–105.
- Groff J. M. and J. G. Zinkl. 1999. Hematology and clinical chemistry of Cyprinid fish. Common carp and goldfish. *Vet. Clin. N. Am. Exot. Anim. Pract.*, 2(3):741–746.
- Hrubec T. C., J. L. Cardinale and S. A. Smith. 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Vet. Clin. Pathol.*, 29(1):7–12.
- Jaramillo N. 2005. Estudio hematológico básico del puye (*Galaxias maculatus, yenys, 1942*), en estado postlarval y adulto. Trabajo de pregrado para licenciado en Ciencias Acuícolas, Universidad de Temuco, Chile. 141p
- Kinkelin P., C. Michel y P. Ghittino. 1985. Tratado de las enfermedades de los peces. Acribia, Zaragoza. 353p
- Kori-Siakpere O. 1985. Haematological characteristics of *Clarias isheriensis* Sydenham. *J. Fish. Biol.*, 27:259–263.
- Larson A., M. J. Johansson-Sjoberg and R. Fänge. 1976. Comparative study of some haematological blood parameters in fishes from the Skagerrak. *J. of Fish Biol.*, 9:425–40.
- Littmamm M. W., B. M. Burr and P. Nass. 2000. *Sorubim cuspicaudus*, a new long whiskered catfish from northwestern south America (Siluriformes: Pimelodidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113(4):900–917.
- Lusková V. 1998. Factors affecting haematological indices in free-living fish populations. *Acta Vet. Brno.*, 67:249–255.
- Marino G., P. Di Marco, A. Mandich, M. G. Finoia and S. Cataudella. 2001. Changes in serum cortisol, metabolites, osmotic pressure and electrolytes in response to different blood sampling procedures in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *J. Appl. Ichthyol.*, 17:115–120.
- Martins, M. L., M. Tavares-Dias, R. Fujimoto, E. M. Onaka and D. T. Nomura. 2004. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. *Rev SciELO Br*, 56(5):640–646.
- Mojica J. I., C. Castellanos, J. Usma y R. Álvarez. 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia. 285p
- Molnar G. and E. Tamassy. 1970. Study of the haemoglobin content of a single erythrocyte (M index) in various cultured fish species: *J. Fish of Biol*, 2:171–267.
- Natt M. P. and C. A. Herrick. 1952. A new blood diluent for counting erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poult. Sci.*, 31:735–738.
- Olabuenaga E. 2000. Sistema inmune de peces. *Gayana*, 64(2):205–215.
- Örtin I. and A.U. Erdemli. 2002. Estudy on blood parameters of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843). *J. Biol. Sci.*, 2 (8):508–511.
- Pickering, A. D. 1986. Changes in blood cell composition of the brown trout, *Salmo trutta* L., during the spawning season. *J. Fish Biol.*, 29(3):335–347.
- Powell M. D., G. M. Wright and J. F. Burka. 1990. Eosinophilic granule cells in the gills of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: evidence of migration? *J. Fish Biol.*, 37: 495–497.
- Raizada M. N. and C. P. Singh. 1981. Seasonal variations in the differential leucocyte counts (DLC) of *Cirrhinus mrigala* (Ham). *Indian J. Zootomy*, 22(3):147–150.
- Ranzani-Paiva M. J., F.A. Salles, J.C. Eiras, A.C. Eiras, C.M. Ishikawa e A.C. Alexandrino. 1998/1999. Análisis hematológica de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacú (*Piaractus*

- mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, estado de São Paulo. Bol. Inst. Pesca, 25:77-83.
- Ranzani-Paiva M. J. T., E. L. Rodríguez, M. L. Veiga, A. C. Eiras and B. E. S. Campos. 2003. Differential leucocyte counts in dourado, *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840, from the Mogi-Guaçu River, Pirassununga, SP. Braz. J. Biol., 63 (3): 517–525.
- Rey Vásquez G. and G. A. Guerrero. 2007. Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). Tissue and Cell, 39:151–160.
- Rodríguez A. 1991. Hematología de la trucha arco iris. Valores normales, morfología celular sanguínea y hematopoyética con microscopio de luz y electrónico. Modificaciones en algunas enfermedades. Trabajo de pregrado, Universidad. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia. 102p
- Rowley A. F., T. C. Hunt, M. Page and G. Mainwaring. Fish. 1988. *En*: Rowley, A.F., N.A. Ratcliffe (Eds.). Vertebrate Blood Cells. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 19–127.
- Sadnes K., O. Lie and R. Waagbo. 1988. Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. J. Fish. Biol., 32:129-136.
- Satchell G. 1991. Physiology and form of fish circulation. Cambridge Univ. Press, Australia. 235p
- Stoskopf M. 1993. Fish medicine. Saunders, Philadelphia, Usa. 245p
- Tandon R. S. and B. D. Joshi. 1976. Total red and white blood cell count of 33 species of fresh water teleosts. Z. Tierphysiol. Tierernaehrg., 37:293-97.
- Tavares-Dias M. and E. F. S. Sandrim. 1998. Influence of anticoagulants and blood storage on hematological values in tambaqui, *Colossoma macropomum*. Acta Scient., 20:151-155.
- Tavares-Dias M., E. F. S. Sandrim, F. R. Moraes and P. C. F. Carneiro. 2001. Physiological responses of tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. Bol. Inst. Pesca, 27:43-48.
- Tavares-Dias M., F. Melo, G. Moraes and F. Moraes. 2002a. Haematological characteristics of brazilian teleosts: IV. Parameters of jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). Cienc. Rural, 32(4):693-98.
- Tavares-Dias M., M. Laterça, S. Canello, E. Makoto, C. Flores e J. Engrácia. 2002b. Alterações hematológicas e histopatológicas em pacú, *Piaractus mesopotamicus* Holmbreg, 1887 (Osteichthyes, Characidae), tratado com sulfato de cobre (CuSO₄). Acta Scient., 24 (2):547-54.
- Tavares-Dias M. e M. Mataqueiro. 2004. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo: Acta Scientiarum, Biological Sciences, 26 (2):157-62.
- Tavares-Dias M. e F. Moraes. 2004. Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto: Villimpress.
- Tavares-Dias M, F. Rizzi, S. Ferreira, E. Campos-Filho, e F. Moraes. 2004. Células sanguíneas, eletrólitos séricos, relação hepato e esplenossomática de carpa-comum, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) na primeira maturação gonadal: Acta Scientiarum. Biological Sciences. 26(1):73-80.
- Ueda I. K., M. I. Egami, W. S. Sasso e E. R. Matushima. 1997. Estudos hematológicos em *Oreochromis (Tilapia) niloticus*. (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei)—Part I. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., 34 (5):270–275.
- Veiga M. I., M. I. Egami, M. J. Ranzani-Paiva y E. Rodrigues. 2000. Aspectos morfológicos y citoquímicos de las células sanguíneas de *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840 (Characiformes, Characidae). Rev Chil. Anat., 18 (2):245-50.
- Verdegem M. C. J., A. D. Hilbrands and J. H. Boon. 1997. Influence of salinity and dietary composition on blood parameter values of hybrid red tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) *O. mossambicus* (Peters). Aquac. Res., 28:453–459.

- Villadiego Monterrosa P., E. Ortiz-Villafañe y V. Atencio-García. 2004. Evaluación del régimen alimentario del bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* en el bajo Sinú, Colombia. *Dalhia*, 7:13-21.
- Wintrobe M. M. 1934. Variations in the size and hemoglobine content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia hematológica*,51:32-49.
- Zaiden S. F. 2000. Morfologia gonadal e metabolismo energético da piraputanga *Brycon hilarii* (Cuvier e Valenciennes) (Pisces, Characidae) em cativoiro, durante o ciclo reproductivo anual. Tesis doctoral. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil. 152pp.

Producción de biomasa, composición química y producción de gas *in vitro* de la vegetación de una sabana estacional modulada

Manuel González-Ronquillo^{1*} Rafael Aparicio^{2†}, René Torres²
e Ignacio A. Domínguez Vara¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Nutrición Animal. Instituto Literario 100 Ote. 50000 Toluca, México. * Correo electrónica: mrg@uaemex.mx.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Apure, San Fernando, estado Apure. Venezuela.

RESUMEN

Con el fin de caracterizar los forrajes naturales provenientes de una sabana estacional modulada, se determinó la producción de materia seca (Mg ha⁻¹año⁻¹), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (LAD) en las muestras de forrajes, así como la producción de gas *in vitro* para medir su fermentación y degradación en muestras de forrajes nativas tomadas en cuatro épocas del año: Seca (S), Transición Seco-Lluvia (TSSL), Lluvia (LL) y Transición Lluvia-Seco (TLLS) en tres unidades fisiográficas (banco, bajío y estero) en una sabana estacional modulada del estado Apure, Venezuela. Los resultados del rendimiento de las pasturas vario ($P \leq 0,01$) en función de las épocas del año (EA) y unidades fisiográficas (UF) donde la menor oferta fue en las épocas de TSSL y S en comparación a TLLS y LL (1,2 y 1,8 vs 3,5 y 3,0 Mg MS ha⁻¹ año⁻¹), en la unidad de bajío es menor ($P \leq 0,01$) a las unidades de estero y banco: 1,8; 2,10 y 2,4 Mg MS ha⁻¹ año, respectivamente. El contenido de PC (g 100g) fue superior ($P \leq 0,01$) en la época TSSL (11,84) con respecto al resto (6,6±1,1), en las UF no hubo diferencias ($P \geq 0,05$). La mayor producción de gas (ml gas gMS) fue en la época de LL (156,89) seguida por TSSL (148,47) con diferencia ($P \leq 0,01$) respecto a las épocas S y TLLS, en el estero se incrementó ($P \leq 0,05$) (139,10) respecto al banco (131,58) y bajío (131,80). Desde el carácter de uso para el manejo de la sabana, el pastoreo se debe realizar de diciembre - abril (S) en el estero, de mayo a junio (TSSL) en el bajío, de julio a septiembre (LL) en el banco, de septiembre a noviembre (TLLS) en la unidad de bajío. Se recomienda considerar la producción de biomasa y la calidad nutritiva del forraje para un mejor aprovechamiento.

Palabras clave: sabana, estación, sabana modulada, forrajes, producción, composición química, digestibilidad, producción de gas *in vitro*.

Forage production, chemical composition and *in vitro* gas production of the vegetation of a modulated seasonal savanna

ABSTRACT

In order to characterize forages from a modulated seasonal Savanna. Determination of forage dry matter yield production (Mg ha⁻¹year), Crude protein (CP), Neutral detergent fiber (NDF), Acid detergent fiber (ADF) and Lignin (ADL), and *in vitro* gas production to determine the fermentability and degradability in native forage samples taken in four seasons of the year: Drought, Drought-Rainy Transition (DRT), Rainy and Rainy-Drought Transition (RDT) and three physiographical units (Bank, Sandbank and Tideland) was made in a modulated seasonal savanna in the state of Apure. Venezuela. Pastures performance results varied ($P \leq 0,01$) in function to year's seasons and physiographical units, where the lower offer was in DRT and Drought seasons in comparison to RDT and Rainy (1,2 and 1,8 vs 3,5 and 3,0 Mg DM ha⁻¹year), in Sandbank unit was lower ($P \leq 0,01$) than Tideland and Bank: 1,8; 2,10 and 2,4 Mg DM ha⁻¹ year⁻¹, respectively. CP content (g 100 g) was higher ($P \leq 0,01$)

in DRT season (11,84) than the rest (6,6±1,1), in the physiographical units there was no difference ($P \geq 0,05$). The *in vitro* gas production (ml gas/g DM) was in Rainy season (156,89), preceded by DRT (148,47) with a difference ($P \leq 0,01$) respecting to Drought and RDT, in Tideland it was increased ($P \leq 0,05$)(139,10) respecting to Bank (131,58) and Sandbank (131,80). These results from the usage for a savanna management, the grazing must be done from December to April (Drought) in the Tideland, from May to June (DRT) in the Sandbank, from July to September (Rainy) in the Bank, and September up to November (RDT) in Sandbank unit. It is desirable to consider the forage yield and nutritive quality of the forage for a better usage it.

Keywords: chemical composition, digestibility, forages, modulated savanna, savannas, season, *In vitro* gas production, forage yield.

INTRODUCCION

El estado Apure, Venezuela tiene una superficie de 76.500 km² y en función de la topografía y el drenaje, los suelos presentan dos tipos de sabanas: a) las sabanas bien drenadas o de *Trachypogon*, y b) las sabanas mal drenadas, dentro de las cuales podemos encontrar, según la posición fisiográfica, sabanas de bancos, bajíos, esteros y sabanas de *Paspalum fasciculatum* (Ramia, 1967); estas últimas también son llamadas “sabanas hiper estacionales” por estar sometidas anualmente a prolongados períodos de inundaciones o anegamiento y sequía.

Desde el enfoque de suelo Comerma y Luque (1971) clasifican al estado Apure en cuatro grandes paisajes: a) Llanura Eólica, b) Altiplanicie, c) Llanura Aluvial (Actual y Sub-actual) y d) Selva de San Camilo o Pie de Monte. Sobre un área aproximada de 250.000 ha de la Llanura Aluvial Sub-actual el Estado Venezolano construyó el Proyecto Módulos de Apure el cual consiste fundamentalmente en la recuperación de tierras y control de aguas a través de una red de diques concatenados que encierran superficies de 3.000 a 4.000 ha en promedio, con alturas de dique de 0,5 a 2 m, y provistos de una a dos compuertas para la regulación del nivel de inundación (Pérez *et al.*, 1980).

Las fisiografía de estas sabanas están dominadas por especies gramíneas *Panicum laxum*, *Paspalum chaffanjonii*, *Leersia hexandra* y *Axonopus purpusii* en bancos (napas), coexistiendo unas 80 especies; *P. laxum*, *L. hexandra*, *P. chaffanjonii* e *Hymenachne amplexicaulis* en bajíos (cubeta de desborde), donde se han censado alrededor de 50 especies, y en los esteros (cubeta de decantación), la inundación reduce la biodiversidad a sólo 15 especies hidrófilas dominadas por *H. amplexicaulis*, *L. hexandra* y *Luziola spruceana*

(Torres *et al.*, 2003a). Se ha caracterizado el suelo, producción primaria y secundaria por diversos autores (Morales, 1989; Ramia, 1980; Schargel y González, 1973; Tejos, 1994; Torres, 1986 y 2003). Sin embargo, la información sobre valor nutritivo, de estas pasturas y su utilización por parte de los rumiantes es muy escasa.

En el presente estudio se determinó el contenido de biomasa, la composición química, así como la digestibilidad mediante la producción de gas *in vitro* en forrajes naturales provenientes de una sabana estacional modulada del estado Apure, Venezuela.

MATERIAL Y METODOS

Localización y descripción

El trabajo se realizó de marzo del año 2005 a marzo de 2006, durante cuatro épocas del año (EA): seca, transiciones (seca lluvia y lluvia sequía) y lluviosa en el Campo Experimental de Mantecal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, ubicado en la fisiografía de llanos bajos, sobre un paisaje de llanura aluvial subactual a 7°35' latitud Norte y 69°10' longitud Oeste, a 74 m.s.n.m., cercano a la población de Mantecal, municipio Muñoz del estado Apure. El área de estudio fue de 208 ha de extensión divididas en tres potreros que representaron las unidades fisiográficas (UF) de banco, bajío y estero, caracterizadas por diferentes regímenes de humedad.

En el Cuadro 1, se presentan las características de los suelos. Los bancos son de textura gruesa y arenosa, con estructura blocosa subangular; en algunos casos no se presenta una real estructuración (Schargel y González, 1973). Los suelos de los bajíos y esteros están en posiciones topográficas más bajas, en consecuencia, son de texturas mayormente finas

Cuadro 1. Características de los suelos del modulo experimental de Mantecal.

Variable	Unidad Fisiográfica		
	Banco	Bajío	Estero
Clasificación	Aquic – Haplusteps	Aeric – Epiaquepts	Vertic - Epiaquepts
Textura	Franco Limosa	Franco Limosa	Arcillosa
MO (%)	1,47 (B)	2,86 (B)	3,74 (M)
CIC	4,10	29,20	38,20
pH	5,30	4,25	4,33
Principales minerales	Cuarzo, Caolinita, Circón, Feldespatos	Cuarzo, Caolinita, Arcilla 2:1	Cuarzo, Calcita, Arcilla 2:1

MO, Materia orgánica; CIC: Capacidad de Intercambio Cationico: B, bajo. M, medio.

Fuente: Torres, 2003; Schargel y González, 1973.

(arcillosas y arcillo-limosa) con estructuras blocosas subangular y en algunos casos prismáticas.

Existe una marcada diferencia en la fertilidad natural de los suelos desarrollados en el banco, en relación con los suelos del bajío y estero. El pH en los bancos tiende a ser ácido como consecuencia de períodos alternos de anegamiento y secado, mientras que en los esteros los tenores de acidez pueden estar asociados al incremento de materia orgánica (Torres, 2003).

Colección de muestras

En cada UF y EA se hicieron dos muestreos de la vegetación, constituida por *Panicum laxum*, *Paspalum chaffanjonii*, *Leersia hexandra* y *Axonopus compressus*, conjuntamente con más de 80 especies de menor importancia; en los bajíos esta conformada por las tres primeras especies señaladas más *Hymenachne amplexicaulis* y 50 adicionales; y en los esteros la inundación anual reduce la dominancia a *L. hexandra* e *H. amplexicaulis*, y otras 15 especies hidrófilas (Torres, 2003); lanzando en 30 ocasiones marcos metálicos de 0,25 m² por muestreo manteniendo dirección y sentido siguiendo el método de los “Tres pasos” (Reppert y Francis, 1973), posteriormente se separó el material vivo y muerto.

El pastizal se cosecho a una altura de 5 cm sobre la superficie del suelo. Las muestras se lavaron con

agua des ionizada para eliminar las impurezas e inmediatamente se registro el peso, posteriormente se secaron (65 °C, 48 h), para determinar el rendimiento de biomasa (Mg MS ha⁻¹ año⁻¹). Se hizo un pool de cada 10 marcos, las muestras fueron molidas (2 mm) y conservadas para posteriores análisis.

Análisis de laboratorio

Se determinó el contenido de materia seca (MS; 105°C, 24 h), el nitrógeno (N) fue determinado por el método Kjeldahl mediante un Autokjeldahl A 370 (Buchi, Switzerland) utilizando el cobre (Cu) como catalizador, el contenido de proteína cruda (PC) se obtuvo multiplicando N x 6,25 (AOAC, 1995). Así mismo se estableció el contenido de fibra neutro detergente (FDN) (Van Soest y Wine, 1967); fibra ácido detergente (FDA) y lignina ácido detergente (LAD; Van Soest, 1963).

Producción de gas *in vitro* y cálculos

Para evaluar la fermentación ruminal *in vitro* se utilizó la técnica propuesta por Theodorou *et al.* (1994). Se seleccionaron dos bovinos canulados en rumen como donadores de líquido ruminal, alimentados con heno de alfalfa y paja de cebada (50:50) junto con 2 kg MS de un concentrado comercial (Fatina completa, Purina 12 % PC) y 50 g de suplemento vitamínico-mineral (Fosforysal, Altech Inc.), en dos

horarios (08:00 y 16:00h) durante el día. Los animales disponían de libre acceso al agua. Se obtuvo igual cantidad de líquido y contenido ruminal (08:30 h) posteriormente fue filtrado a través de 4 capas de muselina, se mantuvo a 39°C y se gasificó con CO₂.

Posteriormente, se preparó la solución de incubación constituida por una mezcla de solución de macro minerales y micro minerales (Menke y Steingass, 1988); de esta mezcla se agregaron 90 ml a cada frasco y 10 ml de líquido ruminal. Previo a ello, se pesaron 0,800 g de MS por muestra, por triplicado en frascos de 125 ml; se incluyeron 2 frascos con paja de cebada como estándar y 2 frascos sin sustrato como blancos, respectivamente, como factores de corrección. La producción de gas producido en cada frasco fue registrada por medio de un manómetro HD8804 con una jeringa de presión TP 804 (DELTA OHM) a las 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 h, en cuatro series de incubación. Finalizado el período las muestras fueron filtradas y secadas (60°C, 48 h) para registrar la materia seca desaparecida (DMd, mg 100mg) y la producción de gas relativa (PGR, ml gas g MS desaparecida a 96 h; González-Ronquillo *et al.*, 1998).

Una vez corregido por el promedio de los blancos, se expuso la producción de gas por g MS inicial, la producción de gas fue ajustada al modelo propuesto por France *et al.* (1993) $y = A \{1 - \exp[-b(t - T) - c(\sqrt{t} - \sqrt{T})]\}$,

Donde:

y = producción total de gas (ml).

A = es la asíntota (gas total acumulado en ml).

b = la tasa constante de fermentación (h⁻¹).

T = tiempo de retardo (h).

c = la tasa de fermentación constante (h^{-1/2}).

Por lo que, el modelo propuesto indica que la tasa fraccional de degradación (μ , h⁻¹) no es constante y que varía con el tiempo a lo largo del período de fermentación de acuerdo a la siguiente ecuación: $\mu = b + c / (2\sqrt{t})$; $t \geq T$

Análisis estadístico

Los datos de rendimiento (n=72), composición química (n=72) y producción de gas *in vitro* (n=144), se sometieron a un análisis de varianza en un diseño

completamente al azar, con un arreglo factorial 3x4, considerando las tres unidades fisiográficas (UF) y las cuatro épocas (EA) del año, cuyas expresión matemática es: $Y_{ijk} = \mu + UF_i + EA_j + E_{ijk}$.

Donde:

Y_{ijk} : efecto de la variable de respuesta.

μ : media general.

UF_i : efecto de la i-esima unidad fisiográfica.

EA_j : efecto de la j-esima época del año.

E_{ijk} : error experimental.

Estos análisis se realizaron utilizando el procedimiento de Modelo Lineal General (GLM) del programa estadístico SAS (1996) y las comparaciones de medias a través del método de Tukey ($P \leq 0,05$, según Steel *et al.*, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspecto climático

La Figura 1 muestra lo que ocurrió en las diferentes EA, produciendo períodos alternos de anegamiento y secado de los suelos. Las precipitaciones entre los meses de octubre a marzo fueron menores a 50 mm por mes, e incrementándose a partir de abril hasta alcanzar la máxima precipitación en junio (306,40 mm). Posteriormente la cantidad de lluvia descende gradualmente hasta alcanzar el valor mínimo en febrero con 0,20 mm. Mientras los valores de evapotranspiración se incrementaron gradualmente desde el mes más lluvioso (junio) al más seco (marzo) de 64 a 273 mm, respectivamente. Posteriormente descendió sostenidamente de abril hasta julio.

Este comportamiento climático originó cuatro épocas contrastantes: Seca (S); Transición sequía lluvia (TSSL); Lluvioso (LL) y Transición lluvia sequía (TLLS), lo cual corresponde a déficit hídrico, almacenamiento hídrico, exceso y desecamiento, respectivamente. A partir de noviembre y hasta abril, el suelo presentó un severo déficit hídrico S con valores promedios de 201 mm mensual en los meses de febrero y marzo. El segundo fenómeno ocurrió en el mes de mayo TSSL y exceso en junio-agosto, a finales de agosto casi hubo un equilibrio entre el agua caída y evaporada, durante el mes de septiembre el suelo inició la pérdida gradual del agua almacenada (desecamiento). Sin embargo, aún persiste humedad

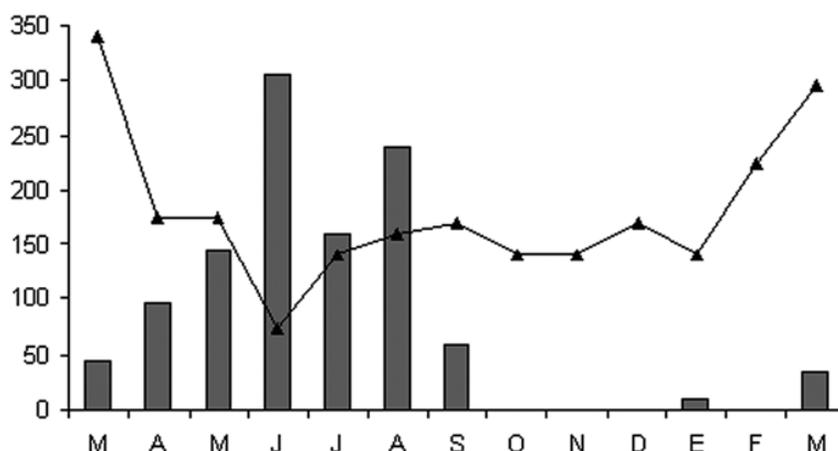


Figura 1. Balance hídrico de Marzo 2005 a Marzo 2006 para la población de Mantecal, estado Apure, Venezuela. (▲), Evapotranspiración (Evaporación x 0,8) y (■), Precipitación pluvial (mm). Fuente: M.A.R.N: Zona 7. Estación meteorológica de Mantecal.

suficiente en el suelo para que las plantas forrajeras realicen un crecimiento adecuado (Tejos, 2002). Torres *et al.* (2003a) concuerdan al señalar un déficit de humedad (1.057 mm) y precipitación (1.470 mm), con 55 y 76 % de acumulación en los meses de diciembre-abril y mayo-septiembre, respectivamente.

Rendimiento y composición química.

Los datos que se presentan a continuación proceden del estrato superior de la planta forrajera y se corresponden con la parte consumida por bovinos. El rendimiento de las pasturas nativas varió ($P \leq 0,01$) en función de las EA y UF (Cuadro 2). La oferta forrajera fue menor en las épocas de TSLL y S en comparación a las épocas de TLLS y LL (1,2 y 1,8 vs 3,5 y 3,0 Mg MS ha⁻¹ año⁻¹). En cambio, en la unidad de bajío es menor ($P < 0,05$) a las unidades de estero y banco: 1,8; 2,10 y 2,4 Mg MS ha⁻¹ año, respectivamente.

La producción de estas pasturas durante las épocas de TSLL y S coinciden con el incremento de la edad de las plantas y carencia de humedad en el suelo especialmente en las UF de banco y bajío, además de la elevada evaporación. Por lo que, fisiológicamente se interpreta como un retardo en la tasa de crecimiento. Este comportamiento concuerda con los resultados encontrados en el mismo tipo de sabanas por varios autores (Torres *et al.*, 2003a; Tejos y Arias, 1988; Tejos, 1978 y 1979). Se manifiesta, en las épocas de TSLL y S, una sucesión regresiva de las especies forrajeras deseables en las unidades de banco y bajío,

por una mayor desecación de su vegetación y menor en la de estero.

En el Cuadro 2, se presenta la composición química (g 100 g MS) de las pasturas. El contenido de PC fue superior ($P \leq 0,01$) en la época TSLL (11,84) con respecto al resto ($6,65 \pm 1,12$). Este incremento de PC se debe al rebrote de las especies forrajeras por el efecto de inicio de las lluvias (Tejos, 2002). No se observaron diferencias ($P^3 0,05$) entre las UF ($7,9 \pm 0,56$).

Los valores encontrados en el presente estudio se corresponden con los señalados por Torres *et al.* (2003b) que muestran deficiencias de PC en la época S (5,8 %), incrementos al inicio de lluvias (14,1 %) y valores intermedios a finales de éstas (6,7 %), al evaluar métodos de pastoreo sobre sabanas inundables. Mientras que Tejos (2002) ratifica que el mayor contenido de PC se presenta en la época TSLL, alcanzado las primeras semanas valores superiores a 20 % PC, siendo en nuestro caso menores. En cambio, al desaparecer la lámina de inundación el contenido de proteína de la oferta forrajera disminuye rápidamente por debajo del nivel crítico de 7,0 % (Minson, 1990), ocasionando un déficit para la síntesis de proteína microbiana en el rumen.

En sus trabajos, Stobbs (1975) señaló que las pasturas tropicales presentan una gran variabilidad en proporciones de hojas y tallos, entre especies y cultivares, y se encuentra influenciada por los cambios estacionales, maduración, estado fenológico,

Cuadro 2. Rendimiento (Mg MS ha⁻¹año) y valor nutritivo (g 100g) de la vegetación de una sabana estacional modulada en cuatro épocas del año y tres unidades fisiográficas.

Epoca/Unidad	Rendimiento	PC	FND	FAD	LAD
Épocas					
Seca	1.777,01 b	7,93 b	61,11 b	35,65	14,82 a
TSSL	1.240,98 b	11,84 a	65,59 ab	44,08	16,63 a
Lluvia	3.022,04 a	6,22 b	69,92 a	45,02	9,52 b
TLLS	3.476,82 a	5,80 b	66,05 a	34,58	16,63 a
EEM	32,32	1,65	1,89	4,13	1,83
Unidades fisiográficas					
Banco	2.396,68 a	7,52	65,86	43,67	16,29 a
Bajío	1.773,84 b	7,74	65,76	41,06	13,37 b
Estero	2.967,12 a	8,58	65,39	34,78	11,68 b
EEM	24,43	0,74	0,49	2,13	1,52

a, b =Diferentes literales en la misma columna ($P \leq 0,01$).

EEM, Error estándar de la media

TSSL, Transición sequía lluvia; TLLS, transición lluvia sequía; PC, proteína cruda;

FND, Fibra neutro detergente; FAD, Fibra ácido detergente; LAD, Lignina ácido detergente.

manejo del animal y de la pastura, esto se refleja en la cantidad y calidad de los pastos.

Los niveles de FND fueron diferentes ($P \leq 0,01$) entre épocas, observándose el menor contenido para S (61,11 g 100 g) con respecto a lluvia y TSSL ($67,9 \pm 2,7$), no así entre UF ($P \geq 0,1$). Para el caso de la FAD, no se observaron diferencias ($P \geq 0,1$) para las épocas ($39,8 \pm 5,4$) y las UF. El tenor de LAD mostró diferencias ($P \leq 0,01$) entre las épocas y las UF, siendo el valor mas bajo para la época de LL (9,52 g 100 g) con respecto al resto y en las unidades de estero y bajío (11,68 y 13,37) con respecto a banco (16,29).

Bajo condiciones de sabanas inundables la información sobre FND, FAD y LAD es escasa. Torres *et al.* (1990) evaluaron el recurso pastura en el paisaje de llanura aluvial, encontraron valores superiores a los de este estudio y sin diferencias significativas ($P \geq 0,1$) entre banco, bajío y estero, obteniendo valores de 73,14 \pm 1,3; 49,3 \pm 2,1 y 23,8 \pm 1,4 para FDN, FAD y LAD, respectivamente.

El contenido de PC, FND, FAD y LAD del pastizal evaluado (Cuadro 2) lo definen como un material de baja calidad, con excepción de la época TSSL que podría considerarse de mediana calidad. Por otra parte, Akin (1989) revisó los factores histológicos y

físicos que afectan la digestibilidad de los forrajes tropicales, y aseguró que las principales barreras que deben sobrepasar los microorganismos para degradar tejidos vegetales, son el esclerénquima y el xilema. Estos tejidos presentan las mayores acumulaciones de lignina en la planta, lo que requiere de un mayor tiempo para poder alcanzar la mitad de la degradación del material.

Producción de gas *in vitro*

En las Figuras 2 y 3 se presenta el volumen de gas producido (ml de gas g⁻¹ MS) por la fermentación del pasto natural de una sabana estacional modulada. Se obtuvo una mayor ($P \leq 0,01$) producción de gas en la época de LL (156,76) y TSSL (148,47) en comparación a las épocas S y TLLS (121,69 y 116,021, respectivamente). Por otra parte, las curvas de producción de gas para las diferentes épocas muestran un comportamiento similar a medida que aumenta el tiempo de lectura y los valores de gas son superiores ($P \leq 0,01$) y ascendentes para estero (143,7) en relación a las unidades de banco (133,9) y bajío (130,1).

Por su parte, Nogueira Filho *et al.* (2000) en condiciones diferentes, evaluaron cuatro gramíneas tropicales durante la estación seca, a una edad de la planta de 100 d. Estos autores encuentran una

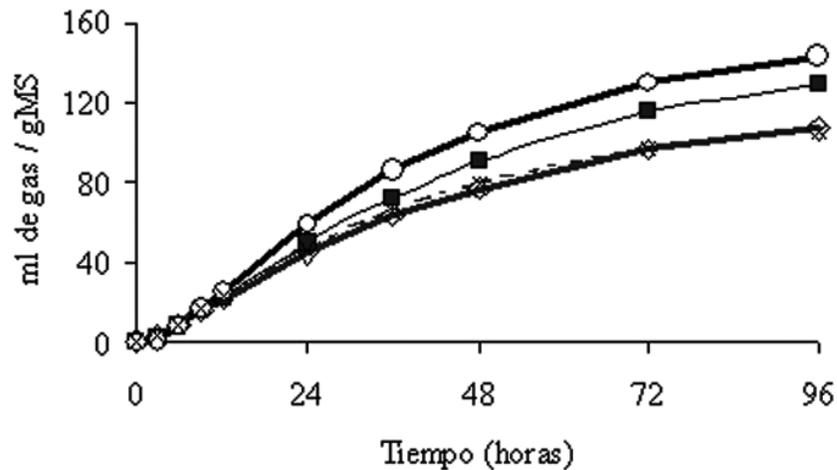


Figura 2. Evaluación del volumen de gas producido por la fermentación del pasto ($\text{ml de gas g}^{-1} \text{MS}$) de una sabana estacional modulada en cuatro épocas del año (\diamond , Seco; \blacksquare , Transición seco lluvia; \circ , Lluvia; \times , Transición lluvia).

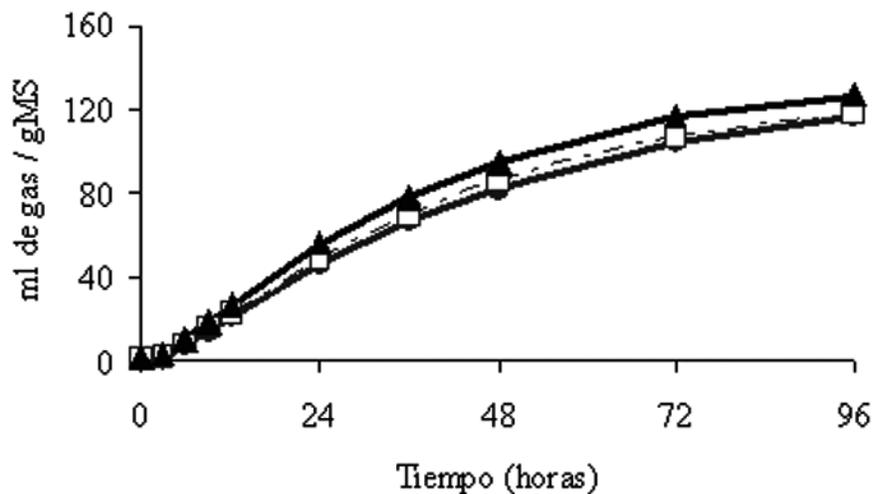


Figura 3. Evaluación del volumen de gas producido por la fermentación del pasto ($\text{ml gas g}^{-1} \text{MS}$) de una sabana estacional modulada en tres unidades fisiográficas (\bullet , Banco; \square , Bajío; \blacktriangle , Estero).

producción de gas (ml gas g MS) similar para *Pennisetum purpureum*, 218; *Cynodon dactylon*, 122; *Brachiaria humidicola*, 113; *C plectostachyus*, 90 y diferencias entre las especies *C. dactylon*, *B. humidicola* y *C. plectostachyus* en comparación a *Pennisetum purpureum* que fue superior. González-Ronquillo *et al.* (1998) estudiaron, bajo condiciones de sabanas altas, la fermentación *in vitro* del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a diferentes intervalos de corte (21, 28 y 35 d) y dos estaciones de la época S: septiembre – noviembre 1992 y abril – junio 1993. Encontraron la mayor producción de gas ($P \leq 0,01$) a los 21 d de corte y en la estación de septiembre –

noviembre. Además, la interacción corte por estación fue significativa ($P \leq 0,05$), demostrando que la producción de gas en pastos tropicales disminuye con la edad de la planta.

La producción total de gas (A) fue 25 y 32 % superior ($P \leq 0,01$) en las épocas TSLL y Lluvia que TLLS y S, mientras que el estero es 9 % superior ($P \leq 0,01$) a los valores de bajo (Cuadro 3). Aparicio *et al.* (2007) al evaluar *Leersia hexandra* e *Hymenachne amplexicaulis*, en estero, encuentran que son ligeramente inferiores a los del presente estudio para las diferentes épocas, debido a que en esta

Cuadro 3. Medias de los parámetros de producción de gas in vitro de una sabana estacional modulada en cuatro épocas del año y tres unidades fisiográficas.

Epoca/Unidad	A	b	c	T	MSd	PGR
Épocas						
Seco	118,66 e	0,030	-0,057 de	3,113de	41,86e	282,14e
TSSL	148,94 d	0,029	-0,066 de	3,939de	47,44 d	320,48d
Lluvia	156,76 d	0,032	-0,073 e	4,508d	47,12 d	335,37d
TLLS	119,32 e	0,030	-0,049 d	2,648b	37,96 e	313,10de
EEM	9,905	0,001	0,005	0,416	2,273	11,212
Unidades fisiográficas						
Banco	133,95 de	0,029	-0,061	3,637	41,35 e	327,34
Bajío	130,11 e	0,030	-0,064	3,735	41,86 e	309,70
Estero	143,72 d	0,032	-0,059	3,284	47,57 d	301,28
EEM	4,051	0,001	0,001	0,137	1,994	7,678

de= Diferentes literales entre la misma columna son diferentes ($P \leq 0,01$).

EEM, Error estándar de la media.

TSSL, Transición seco lluvia; TLLS, Transición lluvia seco; A, producción total de gas (ml gas g⁻¹ MS inicial); b, tasa de fermentación h⁻¹; c, tasa de fermentación h^{-1/2}; T, tiempo de retardo; MSd, materia seca desaparecida 96h (mg 100 mg); PGR, producción de gas relativa (ml gas 96 h g⁻¹ MSd).

investigación se realizó una mezcla de todos los pastos presentes en la zona, los cuales pueden tener una mayor fermentación, y coinciden en que la mayor fermentación ($P \leq 0,05$) es para las épocas TSSL y LL (128 y 142 ml gas g MS) con respecto a S y TLLS (107 y 105 ml gas g MS). No se observaron diferencias ($P \leq 0,1$) para la fracción b, sin embargo, las fracciones c y T, fueron mayores ($P \leq 0,01$) para LL (-0,073; 4,50) con respecto a TLLS (-0,049; 2,6), por ello obtenemos una mayor producción de gas y MSd en la época de lluvia con respecto a TLLS.

Para la MSd (mg 100 mg) se observó una mayor degradación ($P \leq 0,01$) para las épocas TSSL y LL ($47,3 \pm 0,2$) con respecto a S y TLLS ($39,9 \pm 2,7$) como se observa en el Cuadro 3. Estos resultados fueron ligeramente inferiores a los encontrados por Tejos (2002) quien evaluó la digestibilidad in situ de la MS (DMS) de cinco especies forrajeras de sabanas moduladas inundables, y no encontró diferencias ($P \geq 0,1$) entre las épocas de LL (54,80 a 58,00 %), transición (54,90 a 66,90 %) y S (53,50 a 58,70 %), indicando que la época de TSSL la DMS tiende a ser más elevada por el rápido rebrote de las especies que hace que sea mayor la relación hoja: tallo y el índice de área foliar del estrato superior de las especies.

Mientras que en la época de LL la mayoría de las especies forrajeras deseables han alcanzado la floración. Si bien los valores de DM en el presente estudio son inferiores a los de Tejos (2002), mantienen una concordancia con respecto a las diferentes épocas, observándose una diferencia de siete puntos de la MSd para las épocas TSSL y LL con respecto a S y TLLS (Cuadro 3). Para el caso de las UF el estero resultó 12,5 % superior ($P \leq 0,01$) al banco y el bajío. Aparicio *et al.* (2007) al evaluar pastos de estero, encuentran valores similares para la MSd, al igual que el presente estudio encuentran una mayor degradación ($P \leq 0,01$) para las épocas TSSL y LL ($51 \pm 0,5$), con respecto a S y TLLS ($39,5 \pm 20,5$). Tejos (2002) y Torres *et al.* (1990) en las mismas condiciones de sabanas no encontraron un efecto significativo de la UF sobre la DMS, donde Tejos (2002) jerarquizó los tenores de digestibilidad en un 51,1; 53,7 y 55,8 % para banco, bajío y estero, respectivamente; mientras que Torres *et al.* (1990) obtienen una digestibilidad menor en banco (39,90 %), para bajío (44,95 %) y estero (51,57%), siendo similares a los mencionados en el presente estudio.

La PGR (ml gas g MSd) fue menor ($P \leq 0,01$) para la época S (282,1) con respecto a TSSL y LL (328 ± 10). Sin embargo, no se observaron diferencias ($P \geq 0,1$)

entre las diferentes UF ($312,7 \pm 13$). Nogueira Filho *et al.* (2000) obtienen valores de PGR superiores (412 ± 32) a los del presente estudio, cuando evalúan *C. dactylon*, *B. humidicola*, *C. plectostachyus* y *P. purpureum*, con una edad de 100 d, si bien son pastos diferentes a los de la sabana, *C. dactylon* y *B. humidicola* poseen una MSd similar (415 g kg MS) a los pastos del presente estudio, pero menores a *P. purpureum* (627 g Kg MS).

Los valores de la tasa fraccional de fermentación (μ) a diferentes tiempos, se presentan en el Cuadro 4. La época TSLL presenta una menor μ 6 y μ 12 h ($P \leq 0,01$) en relación a TLLS, a menor tasa fraccional de degradación habrá una mayor MSd y PGR como se aprecia en la época TSLL con respecto a TLLS; cuando se comparan las UF, banco presentó una menor μ 6 y μ 12 h ($P \leq 0,01$) en comparación a estero, en este caso no se observa una menor MSd pero existe una mayor PGR (ml gas g MSd), esta posible menor MSd puede ser por su mayor contenido en LAD para bajo y estero. Ford y Elliot (1989) proponen que la relación lignina: hemicelulosa es el mejor indicador de la degradabilidad del forraje. Lo anterior coincide al observar que el mayor contenido de LAD ($>16 \text{ g } 100\text{g}$) es para la época TLLS, TSLL y la unidad banco, con una menor MSd. Por otra parte, Vadiveloo y Fadel (1992) encuentran que el contenido de FAD, N total y taninos condensados (si están presentes) son los factores químicos más

limitantes en la digestibilidad, este último coincide al observar la época TLLS que contiene el menor contenido de PC (5,8%) y un contenido relativamente bajo de hemicelulosa (24,9%), un mayor contenido de LAD y con ello una menor MSd ($37,9 \text{ g } 100 \text{ g}$), lo que indicaría que es un forraje de baja calidad y degradabilidad.

CONCLUSIONES

Los forrajes que constituyen a una sabana estacional modulada desde la óptica de su producción de biomasa, composición química, parámetros de degradación, y tasa fraccional de fermentación son de un valor nutricional de regular a bajo. En la época transición seco lluvia, se produce un excelente rebrote con mayor relevancia en la UF de estero, durante la época de S disminuyen todos los tenores en los bancos y bajo, especialmente el contenido de proteína ($< 7 \%$) y la digestibilidad ($< 50 \%$). a lo largo del año, son inferiores.

Estas consideraciones y la necesaria utilización de un método de pastoreo diferido por época climática dado la inundación, indican que la mejor época de utilización de estas sabanas por los bovinos ha de ser desde finales de junio a septiembre (LL) en la unidad de banco; (180 – 210 d). En el bajo, mayo y junio (TSLL) antes de que ocurra la inundación (30 – 45 d), y luego de desaparecer la lámina de agua, desde mediados de octubre a noviembre (45 – 60 d;

Cuadro 4. Comparaciones de la tasa fraccional de fermentación (μ , h) estimados a diferentes tiempos, obtenida del ajuste de los datos de producción de gas in vitro en una sabana estacional modulada en cuatro épocas del año y tres unidades fisiográficas.

Epoca/Unidad	μ 6 h	μ 12 h	μ 24 h	μ 48 h
Épocas				
Seco	0,019 ab	0,022 ab	0,025	0,026
TSLL	0,016 b	0,020 b	0,023	0,025
Lluvia	0,018 ab	0,022 ab	0,025	0,027
TLLS	0,021 a	0,024 a	0,026	0,027
EEM	0,0010	0,0008	0,0006	0,0005
Unidades fisiográficas				
Banco	0,017 b	0,021 b	0,024	0,025
Bajo	0,018 ab	0,020 ab	0,024	0,026
Esterio	0,021 a	0,024 a	0,026	0,028
EEM	0,0012	0,0012	0,0007	0,0009

ab=Diferentes literales entre la misma columna son distintas ($P \leq 0,01$).

EEM, Error estándar de la media.

TSLL, Transición seco lluvia; TLLS, Transición lluvia seco.

TLLS). En cambio, en el estero la mejor época de utilización debe ser durante la época S, en los meses de diciembre – abril.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, quien concedió el financiamiento para la ejecución del Proyecto y la estancia del MC. Rafael Aparicio en la Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

LITERATURA CITADA

- Akin D. E. 1989. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agron. J.*, 81: 17 – 25.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Arlington, VA.
- Aparicio R, M. Gonzalez-Ronquillo, R. Torres, L. Astudillo, L. Cordova y J. Carrasque. 2007. Degradabilidad de los pastos *Lambdora (Leersia hexandra)* y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) en cuatro épocas en una sabana inundable del estado de apure, Venezuela. *Zoot. Trop.*, 25 (3): 225-228.
- Comerma J. A. y O. Luque. 1971. Los principales suelos y paisajes del estado Apure. *Agron. Trop.*, 2(5): 379-396.
- Ford C. W. and R. Elliot. 1989. Biodegradability of grass cell walls in relation to chemical composition and rumen microbial activity. *J. Agric. Sci., Camb.*, 108: 201-209.
- France J. M. S. Dhanoa, M. K Theodorou, S. J. Lister, D. R. Davies, and D. Isac. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theor. Biol.*, 163: 99 – 111.
- González-Ronquillo M., M. Fondevila, U. A. Barrios, and Y. Newman. 1998. *In vitro* gas production from buffer grass (*Cenchrus ciliaris* L.) fermentation in relation to the cutting interval, the level of nitrogen fertilization and the season of growth. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 72: 19 – 32.
- Menke, K. H. and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, 28: 7 – 45.
- Minson D. J. 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press London. 486p.
- Morales F. 1989. Crecimiento de un rebaño mestizo cebú en un sistema de producción bajo condiciones de sabanas moduladas en Apure. *Revista UNELLEZ de Cie. y Tec.*, 7(1 -2): 13-17.
- Nogueira Filho J. C. M, M. Fondevila, U. A. Barrios, and M. González-Ronquillo. 2000. *In vitro* microbial fermentation of tropical grasses at an advanced maturity stage. *Anim. Feed. Sci. and Technol.*, 83: 145 – 157.
- Pérez J, A. Corzo, J. T. Gómez, M. Larreal. y T. Valerio. 1980. Estudios de suelos preliminar del polígono de expropiación de Módulos de Apure, sectores este y oeste. Estado Apure. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Serie informes Científicos. Zona 3. IC.27.
- Ramia M. 1980. Relaciones geomorfológicos suelo-vegetación en el Alto Apure. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. (Trabajo de Ascenso). Caracas, Venezuela. 404p
- Ramia M. 1967. Tipos de sabanas en los llanos de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias. Naturales.*, 112: 264 - 288.
- Reppert J. and R. Francis. 1973. Interpretation of trend in range condition from 3 step data. United States. Department of Agriculture. Forest Service. Colorado. 230 pp.
- Schargel R. y R. González. 1973. Estudio agroecológico preliminar. Sectores Bruzual-Mantecal. Ministerio de Obras Públicas. División de Edafología. Caracas, Venezuela. 144p
- Statistical analysis system (SAS). 1996. *User's guide*. Raleigh, North Carolina. USA. 633p
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H. and Dickey, D. A., 1997. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3rd ed., McGraw-Hill

- Series in Probability and Statistics. Printed in the United States of AmericaUSA. pp. 1-600. p.
- Stobbs T. H. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pasture for beef and milk production. *Trop. Grass.*, 9: 141-150.
- Tejos R. 1994. Análisis de crecimiento, valor nutritivo, reservas y descomposición de cinco gramíneas de sabanas inundables. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela. 199 p.
- Tejos R. N. 1978. Producción del pasto paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) durante el período inundado de una sabana. *Agron. Trop.*, 28 (6): 599 – 612.
- Tejos R. N. 1979. Producción del pasto lambedora (*Leersia hexandra* SW.) durante el periodo inundado de una sabana. *Agro. Trop.*, 28 (6): 517 – 526.
- Tejos R. N. 2002. Pastos nativos de sabanas inundables; Caracterización y manejo. 1^{ra} edición. Barquisimeto, Venezuela. 108 p.
- Tejos R. N. y J. F. Arias. 1988. Valor nutritivo del pasto lambedora (*Leersia hexandra* SW.) durante el periodo seco de la sabana inundable de Apure, Venezuela. *Revi. UNELLEZ de Cie. y Tec.*, 6 (1 - 2): 41 – 44.
- Theodorou M. K, B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. D . B. Mcallan. and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds, *Anim. Feed and Sci. Technol.*, 48: 185-197.
- Torres R. 1986. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos de carne a pastoreo. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Tesis de Maestría. Maracay, Venezuela. 159 p.
- Torres R. 2003. Estudio de los factores inter actuantes sobre la producción primaria y secundaria de sabanas moduladas. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela. 196 p.
- Torres R, E. Chacón, E. Capó, E. García., N Pérez. y M. Terán. 1990. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. III. valor nutritivo del recurso pastura. *Zoot. Trop.*, 8 (41 y 42): 3 - 16.
- Torres R, E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003a. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zoot. Trop.*, 21(4):425-448.
- Torres R, E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003b. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. II. Composición proteica y minerales en planta y suelo. *Zoot. Trop.*, 21(4):449 - 466.
- Vadiveloo J. and J.G. Fadel. 1992. Compositional analyses and rumen degradability of selected tropical feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 37: 265-279.
- Van Soest P. J. 1963. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agr. Chem.*, 46(5): 829 – 835.
- Van Soest P. J. and R. H. Wine. 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Agr. Chem.*, 50: 50 – 55.

Producción somática y mortalidad en una población de la almeja, *Asaphis deflorata*, en la localidad de Caurantica, golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela.

Antulio Prieto^{1*}, Jesús Marcano², Alexander Barrios³ y Luis González¹

¹Universidad de Oriente, Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Cumaná 6101, Sucre. Venezuela. *Correo electrónico: alprietom@hotmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental de los estados Sucre y Nueva Esparta, Venezuela.

³Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Pesquera

RESUMEN

Se analizó la producción somática, mortalidad y relación longitud-peso en una población natural de la almeja *Asaphis deflorata*, en Caurantica, costa sur de la península de Paria, Venezuela. Las muestras se recolectaron mensualmente desde marzo 2005 a marzo 2006, utilizando un muestreo al azar estratificado con una cuadrata de 0,25 m². La biomasa mensual promedio fue de 20,08 g/m², sin diferencias significativas mensuales mientras, que la densidad promedio fue de 71,63 ind/m² con diferencias significativas mensuales. Los parámetros de la ecuación de crecimiento estimados por análisis de distribuciones de frecuencia de talla fueron: $L_{\infty}=72,75$ mm y $K=0,72/\text{año}$. Se obtuvo una tasa instantánea de mortalidad $Z=2,81/\text{año}$, equivalente a una tasa de mortalidad natural de 94%. La producción secundaria estimada por el método de la tasa específica de crecimiento en peso fue de 38,06 g/m²/año, que estuvo concentrada principalmente entre las clases de 38,00 y 46,00 de longitud total (Lt.) La relación P/B fue de 1,90/año, lo que indica que la población presenta un alto potencial de crecimiento capaz de casi duplicar su biomasa anualmente.

Palabras clave: producción somática, mortalidad, *Asaphis deflorata*, golfo de Paria, Venezuela.

Somatic production and mortality in a population of the clam, *Asaphis deflorata*, in locality of Caurantica, Gulf of Paria, Sucre state, Venezuela.

ABSTRACT

The somatic production, mortality and the length-dry mass relationships of wild population of the clam *Asaphis deflorata* from Caurantica, located in the southern coast of peninsula of Paria, Venezuela was studied. Samples were collected monthly from March 2005 until March 2006 using a stratified random sampling with a quadrat of 0,25 m². Monthly dry mass average was 20,08 g/m², with a mean density of 71,63 ind/m² that changed significantly with time. Growth parameters according to the von Bertalanffy equation estimated from the size frequency distributions were: $L_{\infty}=72,75$ cm and $K=0,72$. The instantaneous mortality rate Z was 2,81/year, equivalent to an annual mortality rate of 94%. A somatic production of 38,06 g/m² year⁻¹ was obtained with the weight specific growth rate method and the greatest production values were obtained for bivalves 38,00 to 46,00 mm in length. The annual turnover rate P/B was estimated as 1,90/year, indicating that the population has potential to almost double the biomass yearly.

Keywords: somatic production, mortality, *Asaphis deflorata*, Paria Gulf, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La almeja *Asaphis deflorata* (Linneaus, 1758) es una de las especies de bivalvos más comunes en las comunidades intermareales de las costas del Golfo de Paría, estado Sucre, Venezuela (Prieto *et al.*, 2005). Allí es explotada artesanalmente por pobladores cercanos a la playa, por lo que se reconoce la importancia de realizar estudios ecológicos para el desarrollo de su pesquería (Gines, 1972). La especie ha sido considerada como coespecífica con *A. dichotoma* la cual se distribuye en el Indo-Pacífico (Prashad, 1932), tesis que fue sustentada por Abbott (1974). Sin embargo, investigaciones más recientes basadas en análisis morfo-funcionales y características de la concha, han confirmado que son dos especies diferentes; siendo redescrita la forma del Indo Pacífico como *Asaphis violasen* (Cernohorsky, 1972; Willan, 1993).

En el continente americano, la especie se extiende desde el Sureste de Florida hasta el Oeste de las Indias Occidentales (Abbott, 1974). Sin embargo, a pesar de ello existen muy pocas investigaciones sobre su ecología (Berg y Alatalo, 1985; Domaneshi y Shea, 2004).

Se conocen aspectos de su morfología y hábitos de vida (Stanley, 1970), citados en algunas colecciones bentónicas (Work, 1969; Princz, 1973). En Venezuela, se sabe de aspectos de su biología en una localidad del Golfo de Cariaco (Marín, 1982) y existen datos de abundancia y distribución espacial en algunas zonas de la Península de Paría (Prieto *et al.*, 2005; Prieto 2008).

Debido a la escasa información ecológica que se tiene sobre esta especie y vista su importancia potencial como pesquería local, en la presente investigación se analizó la producción secundaria y mortalidad de la especie en una localidad del Golfo de Paría, parámetros que permitieran orientar las medidas de manejo que se establezcan sobre esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la localidad de Caurantica situada en la costa Norte del Golfo de Paría y ubicada geográficamente a 10° 37' 58" N y 62° 14' 45" O. El área de muestreo está sometida a un régimen de mareas semidiurnas con una amplitud máxima

de unos 150 cm. Al producirse la bajamar queda al descubierto una amplia zona intermareal en la cual se encuentran enterradas las almejas. El sustrato está formado principalmente de grava, mezclado con piedras y cascajos suspendidos en una capa arenosa.

El área de distribución del bivalvo en la bahía de Caurantica fue estimada según muestreos preliminares, siendo dividida en tres sectores y cuatro franjas atendiendo a las características topográficas. Para analizar la distribución mensual de las clases de talla y la condición de los organismos se realizaron muestreos mensuales desde abril 2005 a abril 2006, utilizando una cuadrata metálica de 0,25 m².

La longitud total (Lt) de los ejemplares, fue estimada como la máxima distancia antero-posterior de la concha, y se determinó con un vernier digital (0,01mm de precisión). La masa seca (Ms) de las partes blandas se obtuvo deshidratándola en una estufa a 80 °C por 48 h. Con estos datos se determinó la relación Ms- Lt por la ecuación $Ms = aLt^b$ en la que a y b son constantes. Los valores mensuales de estas últimas se determinaron por análisis de regresión. El ciclo anual de la Ms de un individuo de 50,00 mm de longitud, se estimó utilizando las regresiones mensuales $Ms = aLt^b$, donde Ms se expresó en gramos y Lt en mm.

Para la determinación de la biomasa (g/m²) y la abundancia (org/m²) de la especie, se analizaron la Ms y el número de los ejemplares se analizaron empleando la técnica de Box y Cox descrita en Zar (1984). Para ello, los datos de biomasa fueron transformados a raíz cuadrada para corregir las desviaciones de normalidad y alcanzar la homogeneidad de las varianzas.

El crecimiento de los individuos se determinó estimando los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy con el programa Fisat según el modelo $Lt = L\infty [1 - \exp^{-K(t-t_0)}]$; donde $L\infty$, es la longitud asintótica (mm), K, es la constante de crecimiento (año), t la edad en año y t_0 , la edad a la longitud. Para ello se analizaron gráficamente las distribuciones polimodales, suponiendo una distribución normal en cada componente, y se identificaron los incrementos de longitud en función del tiempo, ajustándolos por el método de Gulland y Holt (1959).

La mortalidad total (Z) se calculó utilizando el método de la curva de captura linealizada (Pauly,

1983), donde Z fue estimada por un análisis de regresión lineal.

La producción somática (P_s) se determinó por el método de la tasa específica de crecimiento en peso ($\text{g/m}^2/\text{año}$) utilizando los promedios mensuales de masa, densidad, distribución de clases de longitud, los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy y la regresión longitud-masa, según la ecuación $P = \sum N_i * M_i * G_i$, donde N_i es la densidad promedio de bivalvos (N/m^2) M_i , es la masa promedio del peso (g) en las clases de longitud i y G_i es la tasa específica de crecimiento en peso (año^{-1}).

Esta última se estimó según la fórmula: $G_i = B * K * (L_{\infty} - L_i) / L_i$, donde b es el exponente de la regresión longitud-peso, L y K son los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy y L_i es la longitud media de cada clase de longitud i . La P_s individual P_i ($\text{g/m}^2/\text{año}$) se estimó según: $P_i = M_i * G_i$ P_i y la biomasa promedio (B) de la población como: $B = N_i * P_i$.

Finalmente la relación producción/biomasa promedio se calculó por la expresión: P/B (año). La temperatura y salinidad se determinaron mensualmente utilizando un termómetro de mercurio con $0,01^\circ\text{C}$ de precisión y un refractómetro con $0,1\%$ de precisión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biomasa mensual promedio de la población fue de $20,078 \text{ g/m}^2$ con un valor máximo de $29,11 \text{ g/m}^2$ en mayo y un mínimo de $0,20$ en febrero 2006, sin diferencias significativas mensuales ($F_s=0,45$; $P>0,05$). La abundancia siguió la misma tendencia con promedio de $71,62 \text{ ind/m}^2$, un máximo en mayo 2005 ($162,84 \text{ ind/m}^2$), y mínimo en febrero 2005 ($26,45 \text{ ind/m}^2$), con diferencias significativas mensuales ($F_s=7,82$; $P<0,05$).

Las regresiones mensuales de M_s y L_t mostraron correlaciones altamente significativas ($P<0,001$), y se indican en el Cuadro 1 donde se observa que la pendiente (b) osciló entre $2,11$ (abril, 2005) y $3,02$ (enero, 2006) con valores menores de 3 , lo que indica alometrías negativas en la mayoría de los meses. Una comparación de las pendientes (b) de las regresiones mensuales indicó que no existían diferencias significativas entre ellas ($F_s = 1,83$; $P> 0,05$) por lo que se estimó la ecuación común $\text{Log}_{10} M_s = 4,218 + 2,288 * \text{Log}_{10} L_t$ ($r = 0,91$). El peso de la M_s de un individuo adulto de 50 mm de L_t estimado por estas ecuaciones, sugiere que existen incrementos desde mayo hasta junio 2005, con valores mínimos en agosto y septiembre 2006. Otros aumentos leves se observaron entre octubre y diciembre 2006, con una disminución en enero 2006.

Cuadro 1. Parámetros de las regresiones mensuales de la relación longitud-masa seca y variación mensual de la masa seca de un individuo adulto de 50 mm de L_t de *A. deflorata* en la localidad de Caurantica, Península de Paria, Venezuela. $\text{Log}_{10} a$ = intercepto, b = pendiente, r = coeficiente de correlación, M_s = masa seca con $50,00 \text{ mm}$ de L_t .

	$\text{Log}_{10} a$	b	R	M_s
Abril 05	-3,90	2,11	0,80	0,47
Mayo	-4,28	2,42	0,92	0,68
Junio	-4,80	2,75	0,93	0,75
Julio	-4,74	2,65	0,91	0,58
Agosto	-4,68	2,36	0,86	0,21
Septiembre	-4,60	2,46	0,89	0,25
Octubre	-4,69	2,45	0,95	0,30
Noviembre	-4,98	2,67	0,93	0,37
Diciembre	-4,31	2,32	0,90	0,43
Enero 06	-5,76	3,02	0,92	0,23
Febrero	-5,32	2,91	0,79	0,42
Marzo	-4,98	2,69	0,80	0,36
Abril	-4,35	2,36	0,94	0,45

El crecimiento de la especie obtenido finalmente con el ajuste de Gulland y Holt (1959) permitió estimar los siguientes parámetros de crecimiento: $L_{\infty}=72,75\text{cm}$, $K=-0,72/\text{año}$, lo cual indica que *A. deflorata* alcanzaría una longitud aproximada de 38 mm al año y 56 mm a los dos años con una longevidad máxima teórica de 4 años (Figura 1).

En el análisis de la mortalidad de la población fue efectuado por el método de la curva de captura linealizada utilizando los parámetros de crecimiento y la ecuación común Ms-Lt obteniéndose el modelo $\text{Log}_e N/\Delta t=11,38 - 2,89 t$. Esto indica que la tasa instantánea de mortalidad fue 2,89/año que es equivalente a una tasa anual de 94% (Figura 2).

La producción somática de la población (PT) y la población individual (PI) distribuida en clases de longitud de 2 mm se concentraron principalmente entre las clases 38,00 y 46,00 mm de longitud siguiendo una tendencia modal, a excepción de un pequeño máximo en la producción total entre la clase 56,00 – 58,00 mm, disminuyendo a ambos lados de la distribución (Figura 3). La producción somática total fue de 38,06 g/m²/año con una producción individual de 13,27 g/m²/año. La relación producción total/biomasa media (P/B) fue de 1,90 lo que indica que la biomasa se renueva casi dos veces por año. Los valores de producción total entre muestreo consecutivo indican que los mayores incrementos se obtuvieron entre mayo y junio 2005 y los mínimos

entre agosto, septiembre, 2005 y febrero, abril 2006. La temperatura superficial del agua presentó escasa variabilidad con un valor máximo en septiembre 2005 (35 °C) y mínimo en enero 2006 (27°C), mientras que la salinidad mostró una amplia variación, con un máximo en marzo 2005 (35,5‰) y mínimos en agosto y septiembre 2005 (21, 8‰; Cuadro 2).

La distribución mensual de tallas en la población estudiada de la almeja *A. deflorata*, fue similar a la obtenida por Marín (1982) en Turpialito, Golfo de Cariaco así como a la registradas por Domaneschi y Shea (2004) en Florida Key, EUA. La densidad observada en Caurantica (71, 63 ind/m²) fue también muy superior a la encontrada en el Golfo de Cariaco (34,00 ind/m²) por Marín (1982), pero mucho más baja que la registrada en las Islas Bahamas (140 ind/m²) por Berg y Alatalo (1985). La baja densidad en la zona de estudio puede explicarse, por una parte, a errores en el muestreo, pero más probablemente es debido a la intensa extracción de que es objeto la población de esta especie por habitantes de zonas vecinas. Estos han señalados que diariamente pueden extraer hasta 500 almejas en 2 h de trabajo manual (Marcano, J. 2006)⁴.

En otras especies de bivalvos pequeños que habitan en playas de alta energía en el Norte de los estados Sucre y Nueva Esparta, como *Tivela mactroides* (Prieto, 1983; Mendoza y Marcano, 2000) y *Donax*

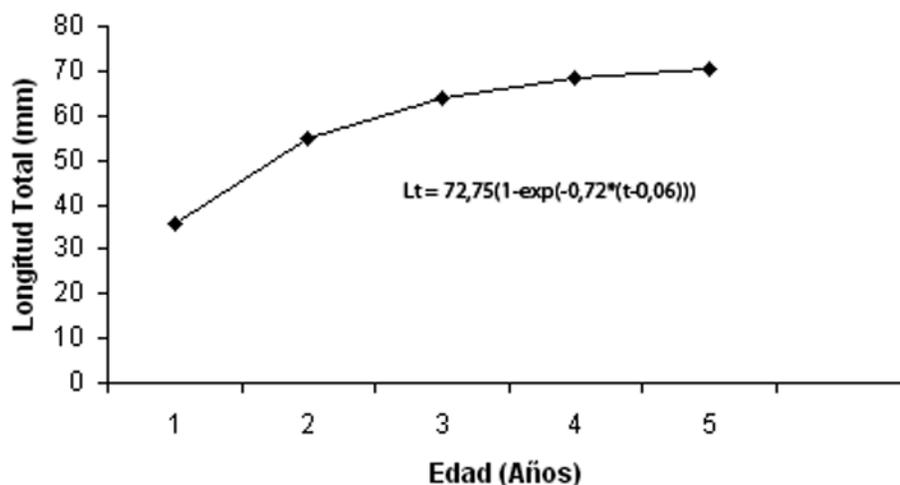


Figura 1. Curva ajustada y ecuación de crecimiento de la almeja *A. deflorata* en Caurantica Península de Paria, Venezuela.

⁴José Marcano. INIA Sucre. 2006. Comunicación personal

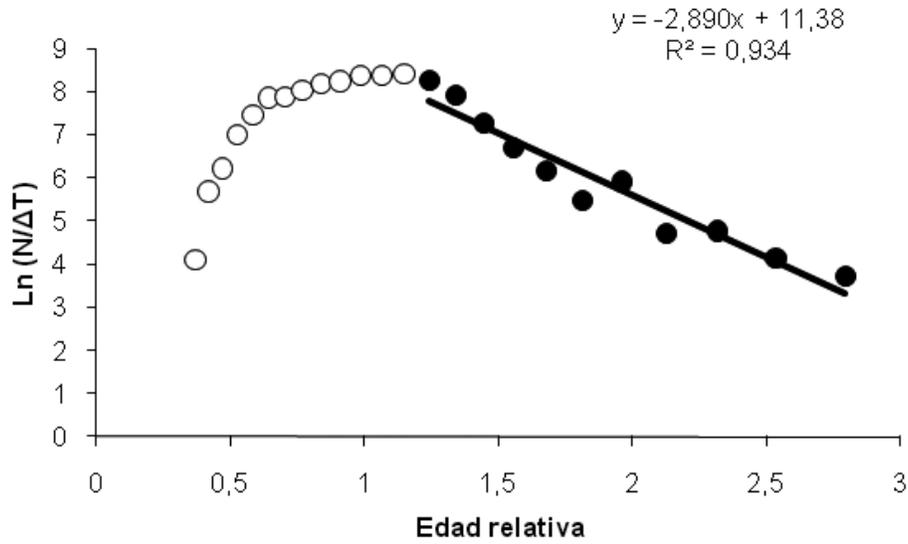


Figura 2. Curva de captura de longitud convertida en peso de *A. deflorata* recolectada en Caurantica, Península de Paria, Venezuela, basada en muestras de frecuencia de longitud. Círculos abiertos, excluidos de la regresión. Círculos cerrados, usados para la regresión.

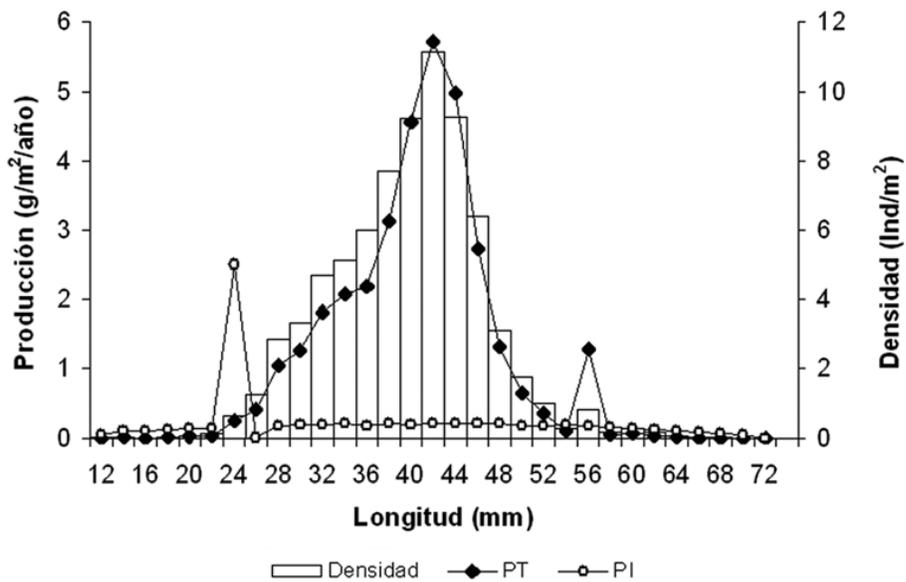


Figura 3. Producción somática total (PT), producción individual (PI) y densidad promedio en las diferentes clases de longitud de *A. deflorata* en la Península de Paria.

Cuadro 2. Producción somática de *Asaphis deflorata* en los diferentes periodos de tiempo desde abril, 2005 hasta abril, 2006 en Caurantica, Península de Paria Venezuela.

Períodos de Tiempo	Tiempo (año)	Producción Secundaria (gr/m ² /año)
Abril 05-Mayo	0,10	3,11
Mayo-Junio	0,09	3,48
Junio-Julio	0,07	3,21
Julio-Agosto	0,08	3,16
Agosto-Septiembre	0,09	2,91
Septiembre-Octubre	0,07	3,30
Octubre-Noviembre	0,09	3,37
Noviembre-Diciembre	0,07	3,20
Diciembre-Enero 06	0,10	3,31
Enero-Febrero	0,09	3,10
Febrero-Marzo	0,09	2,94
Marzo-Abril	0,07	2,98
Total	1,00	38,06

denticulatus (Velez *et al.* 1985) se han señalado densidades mucho más altas.

La variación mensual de la Ms de un bivalvo con Lt de 50,00 mm se estimó en base a ecuaciones Ms-Lt, y se observan incrementos desde abril hasta junio 2005, con un valor mínimo durante agosto 2005. Estos periodos se corresponden con valores mínimos de la masa de la carne húmeda y del factor de condición (MT/Lt³) observados anteriormente en la misma población (Prieto *et al.*, 2008). Pero ellos, se sugieren que tales periodos se correspondan con los momentos de maduración y desove, respectivamente.

El modelo de crecimiento indica que la especie alcanza una longevidad teórica máxima de 4 años. Sin embargo, de acuerdo a los histogramas de frecuencia de talla, muy pocos bivalvos alcanzaron esa edad (Prieto *et al.*, 2008) Estos resultados difieren de los obtenidos por Berg y Alatalo (1985) en Las Bahamas, quienes utilizando métodos de análisis gráficos de probabilidades de frecuencia de tallas, ELEFAN I y marcaje de individuos obtuvieron valores de $L_{\infty} = 80,00$ mm y $K = 0,26/\text{año}$, lo que indicaría una mayor longevidad (7 años) en esa localidad.

La producción somática total en *A. deflorata* es mucho más alta que las obtenidas para *Chione cancellata* (Prieto *et al.*, 1998) y *Pinctada imbricata*, (Verginelli y Prieto, 1991), bivalvos que habitan en fondos de fanerógamas marinas en el Golfo de Cariaco;

sin embargo, son inferiores a las de *Tivela mactroides* (Tata y Prieto, 1991) y *Donax denticulatus* (Velez *et al.*, 1985) bivalvos de playas arenosas abiertas de alta energía.

Los máximos incrementos de producción observados en mayo- junio, 2005, se correspondieron con disminuciones de salinidad e incrementos de temperaturas que ocurrieron en dicho período. El valor mínimo obtenido entre agosto y septiembre, 2005, probablemente se relaciona con el desove de la especie, tal como se ha reportado en las Bahamas cuando la temperatura alcanza 30°C (Berg y Alatalo, 1985).

La tasa de mortalidad estimada es similar a la señalada para otras especies de bivalvos tropicales como *P. imbricata*, (Urban, 2000), *T. mactroides* (Tata y Prieto, 1991) y *D. denticulatus* (García *et al.*, 2003) que presentan valores anuales superiores de 90%. Sin embargo, es más alta que las registradas para la misma especie en Gold Rock Creek (Las Bahamas), en donde oscilaron entre 26,00 y 53,10 % por años para edades de 2,50 y 3,50 años, respectivamente (Berg y Alatalo, 1985). Esto posiblemente sea debido a que en esta última localidad, la población no es explotada tan intensamente como en Caurantica.

El valor de $Z = 94\%$ obtenido en Caurantica representa la mortalidad total (natural + pesquera) lo que indica que por su alta tasa de renovación

(P/B= 1,90), la especie presenta una situación estable y podría soportar eventualmente un esfuerzo extractivo sustentable mayor.

En el área de distribución se observaron algunos depredadores potenciales como los gasterópodos *Natica cayenensis* y *Polinices sp*; y la jaiba *Callinectes sapidus*, los cuales ejercerían su acción probablemente sobre juveniles. Las investigaciones de Berg y Alatalo (1985) y Stanley, (1970) señalan que la principal causa de mortalidad natural de los individuos en las Bahamas lo ocasionan modificaciones bruscas del habitat debido a catástrofes naturales de larga duración que impiden a los bivalvos subir hasta la superficie para alimentarse por su escasa movilidad, ocasionando la desaparición de poblaciones locales.

Las observaciones de campo indican que *A. deflorata* posee una escasa movilidad en el área por las características del sustrato (grava, piedras) y la profundidad a la cual se entierran (10,00 a 15,00 cm), que si bien las protege contra depredadores (gasterópodos y crustáceos), les impide emerger hacia la superficie, de tal forma que los movimientos de las poblaciones de *A. deflorata*, sólo se deben a las alteraciones del hábitat producidas por las mareas, oleajes o movimientos catastróficos de largo término que pueden inclusive eliminar poblaciones enteras por sofocación o inanición. En este sentido Prieto *et al.*, (2008), determinaron en esta misma localidad una asociación negativa de la variabilidad de la salinidad con el promedio mensual del factor de condición y la masa total de la carne, atribuyéndola tanto a las descargas estacionales del río Orinoco como a los aportes de agua dulce de los riachuelos que desembocan cerca del área durante la estación de lluvias.

Las temperaturas fueron siempre elevadas y no mostraron una asociación significativa con los parámetros de condición, lo que sugiere poca influencia de la temperatura en la condición fisiológica de la especie. Son necesarios estudios de respuestas fisiológicas en el organismo para verificar esta hipótesis planteada. Debido a la abundancia del recurso y a la explotación artesanal de que es objeto, se recomienda continuar con los estudios biológicos y de evaluación de la especie para profundizar el conocimiento del ciclo de vida, lo cual permitiría establecer medidas regulatorias que mejoren la

explotación sustentable del recurso en las diferentes zonas de la península de Paria, estado Sucre.

CONCLUSIONES

La biomasa mensual promedio y el potencial de producción secundaria de la almeja *Asaphis deflorata* en la zona de Caurantica, golfo de Paria son altos, y se concentran principalmente en las clases de tallas más grandes de la población.

Los resultados del presente estudio indican que la estructura poblacional de *Asaphis deflorata* en el área es estable.

El análisis de los datos de mortalidad y crecimiento indican que la especie es capaz de duplicar su biomasa anualmente con una alta generación de tejidos en su ciclo de vida.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el financiamiento a través del proyecto C.I: 2-010101-1368/07.

LITERATURA CITADA

- Abbott R. T. 1974. American Sea Shells. Van Nostrand Reinhold Company, New York. EEUU. 284p.
- Berg C. J. and P. Alatalo. 1985. Biology of the tropical bivalve *Asaphis deflorata* (Linné, 1758). Bull. Mar. Sci., 37: 827-838.
- Cernohorsky W. O. 1972. Marine Shells of the Pacific. Vol. 2. Pacific Publications. Sydney, Australia.
- Domaneschi O. and E. Shea. 2004. Shell morphometry of Western Atlantic and Indo -West Pacific *Asaphis deflorata*. Functional morphology and ecological aspects of *A. deflorata* from Florida Keys, USA. (Bivalvia: Psammobidae). Malacología, 46(2): 249-275.
- García N., A. Prieto, R. Alzola y C. Lodeiros. 2003. Crecimiento y distribución de tallas de *Donax denticulatus* (Mollusca: Donacidae) en Playa Brava, Península de Araya, Estado Sucre. Venezuela. Rev. Cient. Fac Cien. Vet- LUZ, 13 (6): 464-470.
- Gines H. 1972. Carta Pesquera de Venezuela. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Monografía 16. Caracas, Venezuela. 214p.

- Gulland J. A. and S. J. Holt 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. J. Cons. CIEM 25 (1): 47-49.
- Linnaeus, C. 1967. Systema Naturae. Editio Quodecima, reformata, Holmiae. 1327p.
- Marin, A. 1982. Crecimiento y producción en una población natural de la almeja, *Asaphis deflorata* (*Eulamellibranchia: Sanguinolaridae*). Trabajo de Grado, Lic. en Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 52p.
- Mendoza J y J. Marcano. 2000. Abundancia y Evaluación del guacuco *Tivela mactroides* en la Ensenada La Guardia. Isla de Margarita Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr., 39(182): 79-91.
- Prashad B. 1932. The Lamellibranchia of the Siboga Expedition. Systematic Part.II. Pelecypoda (Exclusive of the Pectinidae). Siboga Expedition Reports. Monograph 53: 1-353.
- Pauly D. 1983. Length converted catch-curves: A potential tool for fisheries research in the tropics (Part I). Fisbyte 1: 9-13.
- Prieto A. 1983. Ecología de *Tivela mactroides* (Mollusca, Bivalvia) en Playa Guiria (Sucre, Venezuela). Bol. Inst. Oceanogr., 22(1-2): 7-19.
- Prieto A., C. Ramos y D. Arrieche. 1998. Producción secundaria de una población de *Chione cancellata* (Bivalvia: Veneridae) de la costa sur del golfo de Cariaco Venezuela. Rev. Biol. Trop., 46(4): 913 – 919
- Prieto A., Nuñez P. y C. Lodeiros. 2005. Evaluación de bancos de moluscos. Informe Técnico. Línea Base Ambiental Proyecto Mariscal Sucre. Análisis Espacial y Temporal de Pesquerías Costa Norte y Sur de Paria UDO-PDVSA. Cumaná, Venezuela. 42p.
- Prieto A., J. Marcano, L. Villegas y C. Lodeiros. 2008. Estructura poblacional de la almeja, *Asaphis deflorata* en la localidad de Caurantica, Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Trop. 26 (1): 55-62.
- Princz D. 1973. Moluscos gasterópodos y pelecípodos del estado Nueva Esparta, Venezuela. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle, 33(96): 169 - 222.
- Stanley S. M. 1970. Relation on shell form to life habits of the bivalvia (Mollusca). Geol. Soc. Amer. Mem., 125: 1- 296.
- Tata, A y A. Prieto 1991. Producción secundaria en una población del bivalvo tropical *Tivela mactroides* (Veneridae) en el oriente de Venezuela. Carb. J. Sci. 21: 28- 34.
- Urban, H. J. 2000. Culture potetial of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. I. Gametogenesis activity, growth, mortality and production of a natural populations. Aquaculture, 189: 361-373.
- Vélez A., B. Venables, L. and L. Fitzpatrick 1985. Growth and reproduction of the tropical beach clam *Donax denticulatus* (Tellinidae) in eastern Venezuela. Caribb. J. Sci., 21: 125-136.
- Verginelli, R. y A. Prieto 1991. Producción secundaria de *Pinctada imbricata* (Roding, 1978; Pteriode: Pteridae) en una población del Golfo de Cariaco, Venezuela. Acta Cient. Venezolana. 42: 138-144.
- Willan R.C. 1993. Taxonomic revision of the family Psammobidae (Bivalvia: Tellinoidea) in the Australian and New Zealand region. Record Aust. Mus. Sup., 18: 1-132.
- Work R.C. 1969. Systematic, ecology and distribution of the mollusks of Los Roques Venezuela. Bull. Mar. Sci., 19:614-711.
- Work R. C. 1969. Systematic, ecology and distribution of the mollusks of Los Roques, Venezuela. Bull. Mar. Sci., 19: 614-711
- Zar J. H. 1984. Bioestadistical analysis. 2^{da} Ed. Prentice Hall, New Jersey. EEUU. 717p.

Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México

Julio Vilaboa Arroniz* y Pablo Díaz Rivera

Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Programa en Agroecosistemas Tropicales km. 88.5 Carretera Veracruz-Xalapa. Predio Tepetates, municipio Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. C.P. 91690. *Correo electrónico: juliovilaboa@hotmail.com.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los componentes tecnológicos utilizados en los ranchos ganaderos (bovinos) y las características socioeconómicas de los productores ganaderos. Dicho estudio se realizó en siete municipios de la región del Papaloapan, Veracruz, México: Alvarado, Azueta, Cosamaloapan, Ignacio de la Llave, Ixmatalhuacan, Playa Vicente y Tlacotalpan que representan el mayor inventario bovino de la región (64%). Se utilizó el método de la encuesta y la técnica de entrevista semi-estructurada a productores en las Asociaciones Ganaderas Locales y en ranchos ganaderos de los municipios. Las variables incluidas fueron sociales, técnicas y de comercialización. Se aplicaron 187 entrevistas, el análisis de cluster, estadística descriptiva y tablas de contingencia. El análisis de conglomerados (cluster), de acuerdo a las variables consideradas, caracterizó tres grupos de productores: tradicional, de transición y empresarial. La edad para estos grupos de ganaderos fue 53 ± 13 ; 52 ± 17 y 42 ± 3 años, y las unidades animal por hectárea fueron $1,48\pm 0,8$; $1,2\pm 0,8$ y $1,35\pm 0,4$; respectivamente. En general, la finalidad zootécnica fue ganado doble propósito (77%), con pastoreo extensivo a libre pastoreo (97%) como el sistema predominante y un patrón racial de la craza Suizo x Cebú (75%) como el más representativo.

Palabras clave: caracterización de productores, bovinos, doble propósito, sistemas de producción.

Socioeconomic and technological characterization of cattle based systems in seven municipalities of the state of Veracruz, México

ABSTRACT

The purpose of this study was to characterize the technological components used in cattle ranches and socioeconomic characteristics of the producers. The study was implemented in seven municipalities of the Region Papaloapan, Veracruz, México: Alvarado, Azueta, Cosamaloapan, Ignacio de la Llave, Ixmatalhuacan, Playa Vicente and Tlacotalpan that represent the largest cattle inventory in the region (63,6%). We applied surveys and semi-structured interviews with producers Associations Local Livestock and cattle ranches. The variables were analyzed socially, technically and marketing. We used cluster analysis, descriptive statistics and contingency tables. The typology of the producer characterized as traditional, transitional and business. The age for these groups or farmers was 53 ± 13 ; 52 ± 17 y 42 ± 3 years, and animal units per hectare $1,48\pm 0,8$; $1,2\pm 0,8$ y $1,35\pm 0,4$; respectively. In general, the aim was won zootechnical dual purpose (76,5%), with grazing for free grazing (96,8%) as the dominant system and a pattern of racial crosses Swiss x Cebu (75,4%) as the most representative.

Keywords: typology of producers, Bovine, Dual purpose, Production Systems.

INTRODUCCIÓN

La caracterización tiene la finalidad de agrupar a los sistemas de producción (SP) que operen de la misma manera; los SP y aspectos socioeconómicos de los productores, son los criterios en que se basa la caracterización de los mismos (Dourejeanni, 2000). La metodología generalizada para la caracterización de los sistemas ganaderos consta de ocho etapas: a) Descripción de la población a estudiar, b) Selección de la muestra y creación del instrumento para recabar la información, c) Procesamiento de la información (elaboración de bases de datos, descripción y clasificación de variables), d) Revisión y selección de variables, e) Aplicación de técnicas estadísticas, f) Determinación de subsistemas, g) Descripción de los grupos y h) Validación de la tipología (Valerio *et al.*, 2004). La diferencia radica en cuanto a las técnicas estadísticas aplicadas; por citar algunos, Connell *et al.* (2007) utilizaron la estadística descriptiva (promedios, máximos y mínimos e intervalos de frecuencia), Silva *et al.* (2007) la distribución de frecuencias, Rincón *et al.* (2005) y Urdaneta *et al.* (2004), componentes principales y análisis discriminante, Páez *et al.* (2003) el análisis factorial, y Siegmund y Rischkowsky (2001) el análisis de componentes principales.

La caracterización de los sistemas de producción bovina (SPB) así como de los productores ganaderos es determinante para el desarrollo de políticas de fomento, ya que permite conocer la manera en que se encuentran conformados los sistemas ganaderos, sus componentes tecnológicos, el potencial y limitantes que éstos pueden representar respecto a otros sistemas ganaderos tanto a nivel nacional como internacional.

En México la ganadería bovina se realiza en SP que van desde los altamente tecnificados hasta de traspatio, estos últimos, orientados hacia el autoconsumo familiar (Espinosa *et al.*, 2000). Los criterios propuestos por Pech *et al.* (2002) y Magaña *et al.* (2005) para la diferenciación de estos sistemas son la finalidad zootécnica, el nivel de tecnología utilizado, las razas que emplean y el tipo de alimentación. En México se han definido cuatro SPB: el especializado (SE), que cuenta con ganado especializado en la producción de carne o leche conformado por razas puras principalmente; cuenta con tecnología altamente especializada bajo un manejo estabulado, alimentos balanceados y forrajes

de corte, en el que se realizan prácticas de medicina preventiva, reproducción y mejoramiento genético; el semi-especializado (SSE), utiliza pequeñas extensiones de terreno, en donde las instalaciones son acondicionadas para la producción; maneja cruza, sin alcanzar los niveles de producción del SE, y cuenta con un nivel medio de incorporación tecnológica. La alimentación del ganado se basa en el pastoreo, complementado con forrajes de corte y concentrado así como la utilización de esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales, existiendo cierto control productivo y programas de reproducción.

El sistema de doble propósito (SDP), tiene dos objetivos fundamentales: la producción de leche, que se obtiene de manera manual y con el apoyo del becerro para estimular su descenso, y la producción de carne mediante la cría de becerros al destete y el desecho de bovinos para el suministro de carne; utiliza razas *Bos indicus* y sus cruza con *Bos taurus*, principalmente Suizo, Holstein ó Simmental para la producción de leche y carne. La alimentación se basa en el pastoreo mediante la utilización de gramas nativas (*Paspalum sp* y *Axonopus sp*) y pastos inducidos de diversas características como el Privilegio (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), Alemán (*Echinochloa polistachya*), entre otros.

En el sistema de traspatio (ST) la producción del ganado se realiza en pequeñas superficies de terreno, cercanas a la vivienda familiar; este sistema, puede ser de tipo intensivo o semintensivo, utilizando raza Holstein y en menor proporción Suizo y sus cruza. El ganado es de baja calidad genética y el nivel tecnológico considerado como bajo, careciendo de prácticas reproductivas, medicina preventiva y con instalaciones rudimentarias. La alimentación se basa en el pastoreo, suministro de forrajes y esquilmos provenientes de los cultivos que mantiene el mismo productor (Enríquez *et al.*, 1999; Espinosa *et al.*, 2000; García, 2003; Pérez *et al.*, 2003).

El estado de Veracruz destina más del 50% (3,5 millones de ha) de la superficie a la ganadería bovina; el inventario consiste en 2,45 millones de bovinos doble propósito (DP) y 407.271 vientres especializados en leche; 204.944 vientres para producción de carne y 428.554 vientres de DP (INEGI, 2009), el sistema de producción predominante es el DP (Espinosa *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2003). En los últimos años

(1998-2004) la producción de leche ha aumentado de 566,187 a 719,360 millones de litros con un valor aproximado MEX\$2,013 millones; la producción de carne en canal ha presentado un alza de 202,672 a 206,156 t en el período 2000-2004, lo que representa MEX\$4,596 millones (SIAP 2005; Gobierno del Estado, 2005; Herrera, 2006).

El estado de Veracruz se divide en tres zonas ganaderas: Zona Norte (ZN), Zona Centro (ZC) y Zona Sur (ZS), Gobierno del Estado, 2005. En la ZN se desarrolla la ganadería DP y algunos sistemas especializados con razas como la Tropicarne, Beefmaster y Santa Gertrudis; el tamaño promedio de las unidades de producción es de 40 ha; la alimentación se basa en el pastoreo mediante el uso de praderas cultivadas, gramas nativas y acahuals (vegetación secundaria). La ZC se caracteriza por la producción de leche con la utilización de razas Holstein, Jersey y Suizo; el pastoreo se realiza en pastizales inducidos y acahuals; el promedio de la propiedad es de 44 ha. En la ZS, donde se realizó este estudio, predomina la ganadería DP; se utilizan cruza Cebú x Suizo, Cebú x Holstein, con cruza de Brahaman, Simmental, e Indobrasil.

La alimentación del ganado en esta zona se basa en el pastoreo mediante gramas nativas, praderas inducidas y forrajes de corte. El tamaño promedio de la unidad de producción es 57 ha. La cría y venta de becerros al destete, aunado a la producción de leche es lo característico de esta zona (Gobierno del Estado, 2005). A su vez, los productores ganaderos de la entidad se encuentran organizados en Asociaciones Ganaderas Locales (AGL; una por municipio); de los 210 municipios que conforman el Estado, 164 cuentan con AGL. Éstas a su vez, se integran en Uniones Ganaderas Regionales, (UGRZN, UGRZC, UGRZS) distribuidas en las tres zonas ganaderas del Estado, las cuales, en su conjunto, cuentan con más de 50.000 socios (Gobierno del Estado, 2005).

La región del Papaloapan, ubicada en la ZS, cuenta con 830.894 bovinos y 10.196 productores, que representan el 18% del inventario bovino estatal y 19% padrón de las AGL que se encuentran incorporadas a la UGRZC (Sedarpa, 2007; UGRZC, 2007).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los componentes tecnológicos utilizados en los ranchos ganaderos y características socioeconómicas de los productores. El estudio se desarrolló en el segundo

semestre del 2007 en siete municipios de la Región del Papaloapan.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Región del Papaloapan, conformada por 21 municipios, se ubica entre los 17°50' y 19°38' N y entre 95°49' y 96°21'O. Es la tercera región más extensa del estado de Veracruz con 10,942 km² (INEGI, 2005); se ubica en el lado oriente de la Zona Ganadera Sur (Gobierno del Estado, 2005) y colinda con las regiones de las Montañas, Sotavento y los Tuxtles. El clima de la región es tropical subhúmedo, la temperatura promedio en la región es de 25,3°C y presenta una precipitación media anual de 1,579.6 mm presentándose la época de estiaje (sequía) en marzo-junio y la época de lluvias julio-septiembre.

Se seleccionaron siete municipios de la región del Papaloapan: Alvarado, Azueta, Cosamaloapan, Ignacio de la Llave, Ixmatalhuacan, Playa Vicente y Tlacotalpan que representan el 63,3% del inventario bovino (Sedarpa, 2007) y el 39,8% del padrón de productores ganaderos (UGRZC, 2007) de la región.

Para caracterizar tanto a los SP, como a los ganaderos, se analizaron 39 variables, divididas en aspectos sociales, tecnológicos y de comercialización. Las variables sociales analizadas fueron 11: género, edad, escolaridad, nivel de organización, importancia que el productor asigna a la actividad ganadera, tipo de mano de obra empleada, administración del rancho, utilización de registros productivos- económicos y preferencia por el desarrollo de la actividad. Las variables tecnológicas consideradas fueron 16: finalidad zootécnica, propósito de la ganadería, tipo SP, razas utilizadas, conformación del hato, utilización de ordeño, número de vacas en ordeño, litros diarios producidos, tipo y superficie de pastos utilizados, método de pastoreo, forma de conservar el forraje, tipo y épocas de suplementación, tipo de animales suplementados, participación en campañas sanitarias (tuberculosis y brucelosis), principales enfermedades en sus hatos y asistencia técnica. Las variables comerciales examinadas fueron 12: Tipo de bovino destinado a la engorda y suministro de carne, peso (kg) del bovino comercializado, forma de venta, destino del bovino, precios (leche, queso y ganado), número de bovinos vendidos al año, motivo de venta, origen de los ingresos, importancia de la ganadería en

los ingresos y aportación en ingresos (leche, ganado para engorda o abasto de carne).

Para determinar el tamaño de muestra se consideró como variable base el número de productores (4.052 productores) y como variable asociada el número de bovinos registrados en cada AGL (528.687 bovinos) en los siete municipios. Se tomó como fuente el padrón de ganaderos de las AGL de cada municipio de la región, incorporadas a UGRZC del estado y los datos del Censo Agropecuario (INEGI, 2005) ver Cuadro 1.

Se realizaron 187 entrevistas a productores (Cuadro 1) que representan el 4,6% del total de los ganaderos en los siete municipios seleccionados. El muestreo fue por cuotas; se consideró al municipio como criterio de estratificación; la cuota de selección fue: ser productores ganaderos, que tuvieran disponibilidad a ser entrevistados o en su caso permitieran la visita a sus ranchos. Se realizaron visitas a las AGL en fechas determinadas. El número de entrevistas aplicadas en las AGL de los municipios objeto de estudio se determinó de manera proporcional; dividiendo el número promedio de bovinos por productor de cada municipio entre la sumatoria de bovinos promedio por productor de los municipios seleccionados y multiplicado por el tamaño de muestra requerido (Cuadro 1). Los datos

obtenidos fueron tomados durante el período junio-diciembre del 2007.

Se diseñó una base de datos en Excel 2003 Microsoft Office en donde se concentraron los datos obtenidos en campo, clasificándose y depurándose las variables. En un primer paso se utilizó estadística descriptiva para caracterizar los componentes tecnológicos utilizados en los ranchos ganaderos e identificar las características socioeconómicas de los productores. A estos resultados se les realizó un análisis de componentes principales para compactar los datos e identificar la interdependencia entre variables. Una vez concentrada y compactada la información se realizó un análisis de agrupación (cluster), considerando las variables: edad, años de estudio, años de experiencia en la actividad ganadera, superficie pecuaria, mano de obra utilizada, unidades animal (450 kg PV o el PV elevado al 0,75), unidades animal por hectárea, producción de leche promedio por lactancia, número de bovinos vendidos al año (abasto y engorda), ingreso anual (leche y carne), ingreso por hectárea e índice tecnológico, el cual fue generado. Para determinar dicho índice, se utilizaron las siguientes variables con un factor de ponderación arbitrario: utilización de registros productivos (0,5) y económicos (0,5), SP forraje (0,25), suplementación (0,5), tipo de suplementación (0,5), bovinos suplementados (0,25), participación en

Cuadro 1. Principales municipios de la región del Papaloapan, Veracruz con mayor número de bovinos por productor.

Municipio	Número de Productores	Inventario Bovino	Bovinos por productor	Número de Entrevistas
Alvarado	667	65,415	98	18
Azueta	351	31,912	91	16
Cosamaloapan	186	49.638	267	48
Ignacio Llave	228	53.969	237	43
Ixmatalhuacan	322	22.630	70	13
Playa Vicente	1.908	248.923	130	24
Tlacotalpan	400	56.200	141	25
Subtotal	4.062	528.687	1.034	187

Fuente: Asociaciones Ganaderas Locales, Censo Agropecuario INEGI 2005.

campañas sanitarias (0,5) y asistencia técnica (0,5). Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS versión 2003 aplicando estadística descriptiva, tablas de contingencia, análisis factorial (componentes principales) y el procedimiento cluster con un algoritmo de ligamiento completo (complete).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización tecnológica

Del total de ganaderos entrevistados (187), 94% fueron hombres y 6% mujeres; por lo que la actividad ganadera es considerada una ocupación para el género masculino quienes dan un alta importancia a la actividad (57%). Un 81% de los ganaderos pertenece a la AGL de su municipio o de otro municipio circunvecino; el 19% restante no es socio de AGL. Los ganaderos socios y no socios realizan la facturación de ganado para engorda, cría o suministro de carne en la AGL acorde a lo establecido por la Ley ganadera vigente (Gobierno del Estado, 1979). La superficie total destinada a la actividad ganadera es de 7.680 ha. La mano de obra utilizada en el manejo tanto de la unidad de producción como del ganado es familiar en 40%, eventual en 40% y permanente en 20%. Los ranchos ganaderos cuentan con 6 bovinos como mínimo y máximo con 356 bovinos. La finalidad zootécnica es DP en 76,5%, siendo el pastoreo extensivo el principal sistema de manejo (97%); el patrón racial más representativo es la cruce Suizo x Cebú (75%). En general, la estructura del rebaño está compuesta por sementales (3%), vacas (50%), novillonas (21%), novillos (3%), becerras (12%) y becerros (12%). Un 67% de los ganaderos cuentan con ordeñas en sus ranchos, de éstos 77% se dedica a la producción y venta de leche fresca y 23% a la producción y venta de queso fresco, elaborado de manera artesanal.

Las praderas se encuentran conformadas por la combinación de pastos nativos y mejorados (48%), exclusivo con pastos nativos (26%) y con pastos mejorados (26%). El sistema de pastoreo predominante es rotacional (64%), con el uso de más de dos potreros, mientras que un 18% de los ganaderos utilizan el pastoreo alterno (2 potreros), 13% un solo potrero, y sólo 6% utiliza el racional intensivo (un día de ocupación) mediante el uso de cerco eléctrico. Los ganaderos mantienen el pasto en pie y no conservan el forraje (94%), 5% lo henifican y sólo 1% conserva

el forraje mediante silos. Más de la mitad de los ganaderos (67%) realiza algún tipo de suplementación en sus ranchos, las más características son la mineral (48%) y mineral-energética-proteica (23%); el 60% de los ganaderos fortalecen a todos los bovinos que conforman el hato y en menor proporción a las vacas en producción o lactancia (18%); 28% realizan la suplementación en periodos de 2 a 4 meses, 26% de 6 a 8 meses y el 24% durante todo el año.

La sanidad es importante para los ganaderos, ya que 88% participan en campañas sanitarias (barrido de tuberculosis y brucelosis); además, 50% de los productores reciben asesoría técnica por parte de médicos veterinarios zootecnistas (MVZ) relacionados a la AGL y sólo 1% la recibe de Centros de Investigación y Universidades (públicas o privadas). La vaca es el principal tipo de bovino destinado para el consumo de carne (91%), mientras que para la engorda es el becerro (88%). Durante el año 2006, los productores comercializaron 3.886 bovinos (1.236 t) destinados para el consumo de carne, cría y engorda, de los cuales 0,6% (24) fueron sementales (18,3 t); 27% (1.050) vacas (461.94 t); 1,3% (50) novillonas (16,51 t); 12,7% (495) novillos (210.9 t); 1,5% (60) becerras (14,45 t) y 56,8% becerros (2.207; 513,89 t). El peso y precio por kilogramo de los bovinos vendidos fue semental (762,5±95,7kg; MEX\$14,8±2), vacas (439,9±62,5kg; MEX\$11,7±1,4) novillona (330,2±85,3kg, MEX\$13,5±2,3), novillos (426,1±76kg, MEX\$19,2±3,5); becerras (240,8±55,3kg; MEX\$13,5±3,2) y becerros (232,8±62,6kg; MEX\$17,8±4,1). Además el precio indicado de la leche “bronca” (sin pasteurizar) fue de MEX\$3,1±1,1; mientras que el precio del queso fresco fue de (MEX\$28,1±3,8); el tipo de cambio durante este periodo fue de MEX\$12,5:1USD.

Caracterización socioeconómica.

Mediante el análisis de conglomerados (cluster) se identificaron tres grupos ganaderos, denominados: tradicional (G1), en transición (G2) y empresarial (G3) ver Figura 1. El G1 se conformó por la mayoría de los ganaderos entrevistados (175 de 187 ganaderos) tal como se menciona en la Figura 1, cuenta con edad promedio de 53±13 años, presenta escolaridad a nivel primaria 6±5 años. Los años de experiencia de este grupo en la actividad ganadera es 24±14 años (79 máximo y mínimo 1 año). La superficie es de 34,11±39,91 ha (máximo 350 y mínimo 1 ha). La

Cuadro 2. Características socioeconómicas y tecnológicas de los ganaderos en siete municipios de la región del Papaloapan, Veracruz.

Variable \ tipología	Tradicional G1)	Transición (G2)	Empresarial (G3)
Edad (años)	53±13	52±17	42±3
Escolaridad (años)	6±5	10±7	17±0
Experiencia (años)	24±14	28±16	22±1
Superficie (ha)	34,11±39,9	144±79,4	135±21,2
Unidad animal (UA)	37,97±32,3	142,7±71,6	177,3±14,8
Unidad animal por hectárea (UA/ha)	1,48±0,8	1,2±0,8	1,35±0,4
Producción de leche por vaca (l/ordeño)	2,5±2,14	3,8±2,8	0,00
Ingreso por hectárea (MEX\$/ha)	3,595±2,308	3,904±2,812	8,147±1,047

edad; sin embargo, G3 presenta mayor escolaridad. Los años de experiencia en la actividad ganadera es mayor G2 en comparación con G1 y G3. La edad, escolaridad y los años de experiencia en la actividad, indican que G1 son ganaderos con conocimientos muy arraigados, respecto a la forma de producir que pudieran considerarse como reacios al cambio tecnológico, mientras que G2, al contar con mayor experiencia y escolaridad que G1, se encuentra en proceso de transición con mayor apertura al cambio tecnológico, de una producción tradicional a una con visión más empresarial; por su parte G3, enfocados a la producción de un solo producto (carne), presentan mayor escolaridad y por consiguiente mayor adaptabilidad a la innovación tecnológica. En cuanto a superficie destinada a la ganadería, los G1 presentan una menor superficie y menor UA; no obstante, este grupo es el de mayor carga animal por lo que pudiese existir un sobre pastoreo que repercute en la producción y por consiguiente en los ingresos de los productores de este grupo G1. El grupo G3 fue quien cuenta con mayor ingreso por hectárea. El índice tecnológico no presentó influencia en el análisis cluster, ya que fueron similares en los tres grupos, no obstante, mediante el cluster se pudo diferenciar la escolaridad, superficie destinada, UA, carga de UA por hectárea así como los ingresos.

Además, G1 se presentó en todos los municipios estudiados, mientras que los G2 y G3 sólo se presentaron en el municipio de Ignacio de la Llave (Cuadro 3). Esto pudiera deberse a que en dicho municipio se considera como abastecedor y compra-venta de bovinos para engorda (becerros) entre diversos municipios de Veracruz y otros estados

de México; ya que la mayoría de los ganaderos, en este estudio, se identificaron en el grupo G1, donde la producción de leche y carne mediante la venta de becerros al destete (6-8 meses de edad) y bovinos para el suministro de carne son sus principales objetivos, aspectos característicos del SDP, que carece del sistema de engorda de novillos.

Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los reportados por Murgueitio *et al.* (1992), en Colombia; ya que los grupos ganaderos encontrados presentaron diferencias, a pesar, que el SDP es el SP preponderante en el estado de Veracruz. Asimismo, acorde con Murgueitio *et al.* (1992), los ganaderos del grupo G1 presentan una situación más adversa que los ganaderos en G2 y G3; ya que este último, enfocado netamente a la producción de carne, fue el que obtuvo mayor ingreso por hectárea (MEX\$/ha); sin embargo, es importante considerar el rol socioeconómico que juegan los diferentes tipos de productores dentro del sector ganadero. Asimismo, los resultados encontrados, son afines a lo reportado por Páez *et al.* (2000), Urdaneta *et al.* (2004) y Rincón *et al.* (2005) en Venezuela, respecto a que la mayoría de las unidades de producción presentan un bajo nivel tecnológico, siendo la principal fuente de mano de obra la familiar; no obstante, a pesar de la participación de la familia en las actividades ganaderas, en los grupos encontrados (G1, G2, G3) se presentaron diferencias socioeconómicas y tecnológicas que se muestran en los ingresos; por lo que la escasez de tecnología y equipamiento en los tres grupos podría generar diferencias en rentabilidad (Gamboa *et al.*, 2005).

Cuadro 3. Distribución de la tipología ganaderos en siete municipios de la región del Papaloapan, Veracruz.

Municipio/Tipología	Tradicional	Transición	Empresarial	Total
Alvarado	18 (9,63)	0 (0,00)	0 (0,00)	18 (9,63)
Azueta	16 (8,56)	0 (0,00)	0 (0,00)	16 (8,56)
Cosamaloapan	48 (25,67)	0 (0,00)	0 (0,00)	48 (25,67)
Ignacio Llave	31 (16,58)	10 (5,35)	2 (1,07)	43 (22,99)
Ixmatalhuacan	13 (6,95)	0 (0,00)	0 (0,00)	13 (6,95)
Playa Vicente	24 (12,83)	0 (0,00)	0 (0,00)	24 (12,83)
Tlacotalpan	25 (13,37)	0 (0,00)	0 (0,00)	25 (13,37)
Total	175 (93,58)	10 (5,35)	2 (1,07)	187 (100)
Chi-cuadrado	12 (GL)	42,941 (valor)	P<0,0001	

Nota: El primer dato corresponde a la frecuencia (n) y el valor entre paréntesis al porcentaje (%).

La edad promedio (53 ± 13 años) de los tres grupos encontrados (G1, G2 y G3) y los años de experiencia en la actividad ganadera (24 ± 14 años) los presenta como productores maduros, datos equivalentes a los encontrados por Peña *et al.* (1999) en Venezuela quien reporta que 54% de los productores presentan edades entre 35 y 54 años y cerca de la mitad (47%) de los ganaderos tienen entre 11 y 27 años como productores. De igual forma, los datos encontrados concuerdan con los obtenidos por Silva *et al.* (2007) en Venezuela quien menciona que el 47% de los productores presentaron edades entre 41 y 60 años con menos de 20 años de experiencia en la actividad. Al igual que lo planteado por Peña *et al.* (1999) y Silva *et al.* (2007), se encontró que los ganaderos presentan arraigo a la actividad y pudiesen presentar desconfianza para delegar el manejo de la unidad de producción a mano de obra externa y/o profesionalizada.

No obstante, los datos registrados por Peña *et al.* (1999) presentan mayor escolaridad (30% educación superior) y Silva *et al.* (2007; 37% educación superior) a lo encontrado en esta investigación (12% licenciatura). Por otro lado, los resultados encontrados concuerdan con Espinoza *et al.* (2007) en Venezuela; ya que más del 50% de los SP están manejados por pequeños productores; además coinciden con Connell *et al.* (2007) quienes encontraron en Venezuela que la mayoría de los ranchos ganaderos destinan su producción al DP (47%), con potreros de tamaño variables y pastoreo continuo (81%); sin embargo, las hectáreas por productor reportadas (28,3ha) son menores a la de los grupos encontrados (G1, G2 y G3) en este estudio.

CONCLUSIÓN

El análisis de conglomerados (cluster) permitió caracterizar los componentes tecnológicos utilizados en los sistemas ganaderos y las características socioeconómicas de los productores en siete municipios de la región del Papaloapan, Veracruz, México. Los grupos encontrados fueron tradicional (94%), en transición (5%) y empresarial (1%).

Los sistemas ganaderos en los municipios estudiados, en general, son tradicionales caracterizados por una baja productividad y nivel tecnológico; siendo los componentes tecnológicos utilizados, tamaño de la unidad de producción y número de bovinos la principal diferencia entre los grupos encontrados. No obstante a estas diferencias, el SP predominante es el doble propósito caracterizado por la producción de leche y carne mediante el pastoreo extensivo y cruza Suizo x Cebú como la más representativa; datos que son similares a los obtenidos en países de Latinoamérica como Colombia y Venezuela.

AGRADECIMIENTOS

A los productores ganaderos de la región por su amable disposición y participación en las entrevistas. A las Asociaciones Ganaderas Locales, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz por los apoyos otorgados.

LITERATURA CITADA

Connell J., L. Navarro, M. Torrealba, I. Rodríguez, E. Guevara, M. Ramírez, A. Coromoto y H.

- Tirado, H. 2007. Caracterización técnica-productiva de los sistemas ganaderos del sur del estado Anzoátegui: Manejo del recurso pastizal. *Zoot. Trop.*, 25 (3): 201-204.
- Dourejeanni, A. 2000. Procedimiento de gestión para el desarrollo sustentable. CEPAL-SERIE. Manual N° 10. p. 153-178.
- Enriquez, Q., F. Meléndez y N. E. D., Bolaños, A. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7. Veracruz, México. 262 p.
- Espinosa J., J. Matus., M.A. Martínez., M. Santiago., H. Román., L. Bucio. 2000. Análisis económico de la tecnología bovina de doble propósito en Tabasco y Veracruz. *Agrociencia*. 34 (5): 651-661
- Espinoza F., N. Día., Y. Palma., L. Alderovich., W. Aragort., M. Bracamonte., N. Canelo., C. Carrillo., A. Guillén., V. Hidalgo., D. León., M. Mireles., M. Molina., G. Morales., C. Obando., N. Pérez., L. Pino y N. Roa. 2007. Situación de la ganadería doble propósito en la Altiplanicie de los Llanos Centrales. Venezuela, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Disponible en línea:
http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/jornada_leche_III/situacion_ganaderia.pdf [Marzo 07, 2007].
- Gamboa, J., M. Magaña, M. Rejón y V. Pech. 2005. Eficiencia económica de los sistemas de producción de carne bovina en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 5 (2): 79-84.
- García, C. 2003. Perspectiva de la Ganadería Tropical de México ante la Globalización. **In:** Memoria XXVII Congreso Nacional de Buiatría. Villahermosa, Tabasco, México. Ppp. 172- 182.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 1979. Ley Ganadera para el Estado de Veracruz-Llave. 20 p. Disponible en línea: <http://dns.veracruz-programa.gob.mx/opg/Guia2/paginas/Archivos/LEYES/LEYGANADERA/LeyGanadera.pdf> [Enero 15, 2007].
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2005. Programa Veracruzano de Agricultura, Ganadería, Forestal, Pesca y Alimentación 2005-2010. pp. 16-22. Disponible en línea. www.secver.gob.mx/difusion/pvd/PVD2005-2010.pdf [Febrero 14, 2007].
- Herrera B. F. 2006. Anexo Resumen Ejecutivo 2do Informe de Gobierno. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Xalapa, Ver. México. 14 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI). Censo Agropecuario 2007. Disponible en línea: www.inegi.gob.mx [abril 20, 2009].
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática INEGI. Censo Agropecuario 2005. Disponible en línea: www.inegi.gob.mx [enero 20, 2007].
- Magaña J. C., G. Ríos y J. C. Martínez. 2005. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. **In:** XIX Reunión ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal AMPA-Tampico, Tamaulipas. México. pp. 105-114.
- Murgueitio E. 1992. Sistemas sostenibles de doble propósito como alternativa para la economía campesina. *Livestock Research for Rural Development* 4(3): 12 p.
- Páez L. y M. Jiménez. 2000. Caracterización estructural y tipologías de fincas de ganadería de doble propósito en la Microregión Acequia-Socopo del estado Barinas. *Zoot. Trop.* 18 (2):177-196.
- Páez L., T. Linares., W. Sayago., R. Pacheco. 2003. Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del Estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 21(3): 301-320.
- Pech V., J. Santos., R. Montes. 2002. Función de producción de la Ganadería de Doble Propósito en la Zona Oriente del Estado de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México* 40 (2):187-192.
- Peña, M., F. Urdaneta, G. Arteaga y A. Casanova. 1999. Características personales actitudinales del productor gerente de empresas de ganadería

- bovina de doble propósito en los municipios Rosario y Machiques de Perija. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16 (Supl. 1): 259-264.
- Pérez P., R. Rojo, A. Álvarez y J. García. 2003. Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz. Colegio de Postgraduados. 170 p.
- Rincón O., F. Urdaneta y A. Casanova. 2005. Tipificación económica y financiera de sistemas de producción con bovinos de doble propósito. BIOTAM Nueva Serie. Edición Especial 2005. **In:** XIX Región de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. pp. 496-499.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca. (Sedarpa). 2007. Dirección General de Ganadería. Gobierno del Estado de Veracruz. Inventario ganadero y sacrificio de ganado (base de datos años 2005-2006).
- Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. SIAP 2005. Estadísticas del sector ganadero. México. Disponible en línea: www.sagarpa.gob.mx/ [enero 30, 2008]
- Siegmung-Schultze M. and B. Rischkowsky. 2001. Relating household characteristics to urban sheep keeping in West Africa. *Agricultural Systems* (69): 119-135.
- Silva D., N. Rincón., Y. Pérez., M. Peña y F. Urdaneta. 2007. Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades de producción de ganadería de doble propósito del municipio Machiques de Perijá, estado Zulia. Rev. Fac. Agron. 24(3): 547-576
- Unión Ganadera Regional de la Zona Centro del Estado de Veracruz (UGRZC). Padrón de productores ganaderos (base de datos año 2006). Consultado en marzo 2007.
- Urdaneta F., Materan., M. Peña y A. Casanova. 2004. Tipificación tecnológica del sistema de producción con ganadería bovina de doble propósito (*Bos Taurus x Bos Indicus*). *Revista Científica*. 14 (3): 254-262.
- Valerio D., A. García, R. Acero, A. Castaldo, J. M. Perea y J. Martos. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documento de trabajo Producción Animal y Zootecnia. Volumen 1. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. España. 9 p. Disponible en línea: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistemas2.pdf [abril 30, 2007].

Dinámica de componentes físico químicos del agua en las lagunas de abrevaderos en sabanas hiperestacionales de bancos, bajíos y esteros de Mantecal, estado Apure

René Torres*, Rafael Aparicio†, Luis Astudillo y José Carrasquel

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Apure, San Fernando, estado Apure, Venezuela. *Correo electrónico: grtorres@inia.gob.ve

RESUMEN

Con el fin de estudiar la dinámica de los componentes físico-químicos de las aguas de lagunas de abrevaderos ubicadas en fisiografías de bancos, bajíos y esteros de una sabana hiperestacional de Mantecal, estado Apure, Venezuela se realizaron durante el período marzo - 2005 a abril - 2007 evaluaciones a muestras obtenidas de las mismas. Se encontró en general una pobreza de elementos minerales para una adecuada nutrición mineral, la existencia de bajas conductividades eléctricas y pH ligeramente ácidos, aún cuando en períodos de sequía tienden a la neutralidad, disminuyendo con el inicio de lluvias. Los cationes sodio, potasio, calcio y en menor frecuencia el magnesio, presentaron mayores valores en lagunas ubicadas en las fisiografías de esteros y bajíos, especialmente durante los períodos de sequía. Mientras que las concentraciones de azufre e hierro se elevaron en período de sequía, cuando ocurre la temporada de apareamiento, lo cual podría inducir desordenes metabólicos en la nutrición mineral de los rebaños.

Palabras Clave: aguas, abrevadero, sabanas, minerales.

Dynamics of physicochemical variables of the water of lagoons situated on physiographys of “bancos, bajíos y esteros” to watering places for cattle, on hyperstational savannas of Mantecal, Apure state

ABSTRACT

In order to study the dynamics of physicochemicals components of water obtained from lagoons situated on physiographys of “bancos, bajíos y esteros” that serve as watering places for cattle, samples from savannas of Mantecal, Apure state, Venezuela were taken and measured between march - 2005 to april – 2007. Results showed proverty of mineral elements for adequate mineral nutrition, low electric conductivity and slightly acids pH, which in periods of draught had a tendency to neutrality. Sodium, potassium, calcium cations and less frequent magnesium, presented greater values on the lagoons in the physiographys of “esteros and bajíos” specially during the dry season. Concentrations of sulfur and iron rise during the dry season, coinciding with reproductive season, this could induce metabolic disorder related to mineral nutrition of the herds.

Keywords: water, lagoons, savannas, mineral.

INTRODUCCION

Los suelos de las sabanas venezolanas presentan una serie de deficiencias de los principales elementos minerales para una adecuada nutrición de los rumiantes que sobre ellos pastorean, dado que sus pasturas poseen características y dinámicas de nutrimentos minerales en función de estos suelos como recurso de obtención. Así mismo, se ha documentado la existencia de altas concentraciones de elementos que obstaculizan una aceptable nutrición mineral al generar principalmente antagonismos, en especial en hierro, aluminio, manganeso y referido a sabanas hiperestacionales, azufre. (Chicco y Godoy, 2005; Tejos, 1998).

No obstante, aunque los animales consumen entre 8 y 12 % de su peso vivo en agua, variando con su estado fisiológico, dieta, orientación productiva y condiciones climáticas principalmente (Murphy *et al.*, 1983; Preston y Leng, 1989; Sager, 2000), existe poca información sobre la caracterización de los elementos minerales que ingresan al animal al abrevar.

Distintos factores pueden hacer un agua inapta para el consumo del ganado, como la contaminación microbiana, presencia de toxinas orgánicas o minerales tóxicos, contaminación con agroquímicos o desechos industriales y principalmente la salinidad (Bavera *et al.*, 1979, Ferrara *et al.*, 2007). Al respecto McDowell *et al.*, (1997), plantean que ocasionalmente y en forma localizada el agua puede contener elementos en concentraciones tóxicas, especialmente para regiones de fluorosis endémicas del mundo, el cual no es el caso en Venezuela, pero en los estados Guárico, Carabobo y Sucre, principalmente, existen fuentes de agua con altos contenidos de sulfuros que requieren atención ante su utilización por humanos, animales y agricultura vegetal.

Por ello el objetivo del presente trabajo estuvo en evaluar la dinámica de calidad del agua, referida a las propiedades de una fuente que influye sobre su aptitud para un uso específico, poniendo énfasis en las características físico químicas.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental de Mantecal (7°35' LN y 69°10' LO), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones

Agrícolas (INIA), durante el período marzo 2005 a abril 2007.

Las características del área experimental y su manejo han sido descritas por Torres *et al.* (2003 a,b), reportando suelos con pH de 5,15 en agua (1:25); 2,69 % de Materia Orgánica; 10 ppm de fósforo (P); 76,70 ppm de potasio (K); 88,33 ppm de calcio (Ca); 43 ppm de magnesio (Mg); 93 ppm de hierro (Fe); 2,53 ppm de cobre (Cu); 4,20 ppm de zinc (Zn), 36 ppm de manganeso (Mn) y 5,62 ppm de molibdeno, como valores promedios que varían entre fisiografías.

Las muestras de agua fueron tomadas con una frecuencia de 49,5 d en 5 lagunas de abrevadero en fisiografía de banco, 2 en bajío y 3 en estero, colectadas en frascos de vidrio (250 ml), color ámbar y refrigeradas (5° C) hasta su análisis en forma de muestras compuestas por fisiografía, con 3 repeticiones. Se analizó por espectrofotometría de absorción atómica azufre (S), Fe, Ca, Mg, sodio (Na), K, HCO₃, sulfato y cloruro. Resultando además, niveles por debajo del límite de detección en Cu, Zn, Mn, molibdeno y carbonato, con alta frecuencia. A su vez, se estableció Conductividad Eléctrica y pH en agua (1:25).

Los resultados fueron analizados con el apoyo del paquete estadístico INFOSTAT (2007), con un modelo completamente aleatorizado simple hasta el establecimiento de diferencias por la prueba de Tukey, y la creación del Intervalo de Confianza al 95%, para comparaciones entre fisiografías y fechas de evaluación en cada variable evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos son mostrados en el Cuadro, con una generalizada pobreza en todas las aguas de abrevadero de las diferentes fisiografías, especialmente en macro cationes, ello podría tener su origen dado la baja fertilidad de los suelos de estas planicies centrales del estado Apure, las cuales aún cuando son formadas de varias deposiciones del Cuaternario (Sarmiento y Pinillos, 2001), no poseen significativos aportes de la erosión de la Cordillera andina, y a que sus lagunas se llenan de aguas de lluvias, que poco incorporan minerales (López *et al.*, 1986).

Así existieron bajas conductibilidades eléctricas, aún cuando no tan reducidas como en los tramos de

Cuadro. Características físico-químicas de aguas de lagunas de abrevaderos ubicadas en las fisiografías de bancos, bajos y esteros de una sabana hiperestacional en Mantecal, estado Apure, Venezuela.

Fechas	12-04-2005	18-05	29-06	18-08	23-09	14-11	16-01-2006	27-03	09-06	13-07	31-08	15-11	22-01-2007	06-03
A CE	0,04 2ab	0,05 2b	0,03 1a	0,03 1a	0,04 1ab	0,04 1ab	0,04 2ab	0,04 2ab	0,06 2bc	0,03 1a	0,04 1ab	0,04 1ab	0,04 2ab	0,08 2d
B	0,12 1a	0,07 1c	0,01 2g	0,03 1f	0,05 1d	0,05 1d	0,07 1c	0,08 1c	0,1 1b	0,04 1df	0,03 1f	0,04 1df	0,05 2d	0,12 1a
C	0,05 2d	0,08 1b	0,03 1e	0,03 1e	0,05 1d	0,05 1d	0,06 1cd	0,07 1bc	0,11 1a	0,03 1e	0,03 1e	0,04 1de	0,07 1bc	0,11 1a
A pH	5,72 1cd	5,53 2c	5,86 3d	5,87 3d	6,02 1e	7,23 1g	7,18 1g	6,72 1f	7,19 2g	4,71 2a	5,06 1b	6,00 2de	5,66 3c	6,73 2f
B	5,48 2b	6,13 1d	6,33 1e	6,18 1d	5,86 2c	7,21 1h	7,21 1h	6,85 1f	7,34 1i	5,13 1a	5,01 1a	6,17 1d	6,43 1e	7,04 1g
C	5,73 1c	5,58 2b	6,16 2e	6,01 2de	6,14 1e	7,34 1h	7,18 1g	6,85 1f	7,36 1h	4,76 2a	4,74 2a	5,91 2d	5,93 2d	6,90 1f
A Na	0,13 3de	0,14 3e	0,04 1a	0,04 1a	0,05 2ab	0,13 1de	0,12 3d	0,12 2d	0,13 3de	0,07 1b	0,09 1bc	0,10 1c	0,113cd	0,29 2f
B	0,38 1f	0,25 2d	0,05 1a	0,06 1a	0,09 1b	0,14 1c	0,30 1e	0,26 1d	0,31 1e	0,08 1b	0,07 12ab	0,10 1b	0,16 2c	0,39 1f
C	0,16 2c	0,36 1f	0,05 1a	0,06 1a	0,10 1b	0,14 1c	0,21 2d	0,27 1e	0,27 2e	0,06 1a	0,05 2a	0,09 1b	0,28 1e	0,38 1f
A K	0,12 1ef	0,17 2g	0,03 1a	0,06 1bc	0,09 1d	0,08 2cd	0,04 3ab	0,05 3ab	0,14 3ef	0,08 1cd	0,10 1de	0,06 1bc	0,06 1bc	0,20 2h
B	0,42 1g	0,32 1f	0,03 1a	0,06 1b	0,09 1c	0,13 1d	0,10 2c	0,24 1e	0,25 2e	0,06 12b	0,04 2ab	0,05 1ab	0,05 1ab	0,24 1e
C	0,17 2fg	0,34 1i	0,03 1a	0,05 1ab	0,10 1d	0,08 2cd	0,14 1e	0,16 2ef	0,40 1j	0,05 2ab	0,06 2bc	0,06 1bc	0,19 2g	0,23 1h
A Ca	0,07 2b	0,10 1c	0,02 2a	0,11 1cd	0,11 3cd	0,10 2c	0,12 2de	0,08 2b	0,18 3g	0,08 2b	0,10 1c	0,13 1ef	0,12 12de	0,13 2ef
B	0,10 1c	0,05 3a	0,09 1c	0,10 1c	0,15 2e	0,13 1de	0,15 1ef	0,13 1de	0,24 1h	0,12 1d	0,07 2b	0,14 1ef	0,13 1de	0,19 1g
C	0,07 2b	0,08 2bc	0,09 1c	0,08 2bc	0,17 1g	0,12 1de	0,14 1f	0,13 1ef	0,22 2h	0,06 3ab	0,05 3a	0,13 1ef	0,11 2d	0,18 1g
A Mg	0,08 12cd	0,07 2bc	0,01 2a	0,08 1cd	0,09 2d	0,08 1cd	0,07 2bc	0,06 2b	0,12 3e	0,07 2bc	0,08 1dc	0,08 2cd	0,12 1e	0,08 2cd

./...continúa

/...continuación

Fechas	12-04-2005	18-05	29-06	18-08	23-09	14-11	16-01-2006	27-03	09-06	13-07	31-08	15-11	22-01-2007	06-03
B	0,09 1c	0,05 3a	0,07 1b	0,07 1b	0,10 2cd	0,09 1c	0,11 1de	0,10 1cd	0,19 1g	0,09 1c	0,06 2ab	0,11 1de	0,11 1de	0,15 1f
C	0,07 2ab	0,09 1c	0,06 1a	0,07 1ab	0,14 1e	0,08 1bc	0,11 1d	0,09 1c	0,14 2e	0,06 2a	0,06 2a	0,11 1d	0,11 1d	0,14 1e
A S	0,59 2c	0,56 2c	0,02 1a	Sd	Sd	0,01 1a	0,16 1a	0,45 2c	0,28 2b					
B	1,26 1d	1,06 1d	0,08 1a	Sd	Sd	0,01 1a	0,24 1b	0,62 1c	0,31 2b					
C	1,31 1d	0,72 2c	0,06 1a	Sd	Sd	0,02 1a	0,18 1a	0,73 1c	0,45 1b					
A Fe	2,18 3a	6,89 2a	3,81 1a	Sd	Sd	1,62 1a	0,55 1b	10,65 1a	1,86 1a					
B	21,52 2ab	30,08 1b	3,39 1a	Sd	Sd	2,56 1a	4,22 2a	11,62 1a	3,89 1a					
C	105,66 1b	3,66 2a	3,54 1a	Sd	Sd	1,97 1a	3,16 2a	8,36 1a	7,01 1a					
A HCO3	0,31 1ef	0,34 1f	0,29 1de	0,09 1b	0,29 2de	0,28 2de	0,29 2de	0,26 3d	0,51 3g	0,28 1de	0,13 1bc	0,15 1c	0,02 2a	0,01 1a
B	0,34 1fg	0,19 2c	0,24 2d	0,11 1b	0,28 2de	0,36 1f	0,55 1i	0,48 1h	0,61 2j	0,30 1ef	0,10 1b	0,18 1c	0,05 2a	0,03 1a
C	0,33 1e	0,31 1e	0,24 2d	0,09 1ab	0,34 1e	0,33 1e	0,51 1f	0,32 2e	0,66 1g	0,23 2d	0,10 1b	0,18 1c	0,18 1c	0,05 1a
A Sulfato	0,03 2	0,05 3			0,11 2	0,09 1	0,08 1	0,09 2	0,08 2				0,07 1	0,61 1
B	0,41 1	0,27 1			0,19 1	0,02 2	0,10 1	0,03 3	0,12 2				0,04 1	0,34 2
C	0,07 2	0,19 2			0,21 1	0,13 1	0,10 1	0,30 1	0,20 1				0,05 1	0,57 1
A Cloruro	0,06 3	0,10 3		0,23 1			Sd	Sd			0,24 1	0,24 1	0,30 2	0,24 2
B	0,28 1	0,19 2		0,19 1			0,05 2	0,12 1			0,12 2	0,24 1	0,36 1	0,48 1
C	0,15 2	0,51 1		0,19 1			0,11 1	0,08 1			0,12 2	0,24 1	0,24 2	0,48 1

Notas: Fisiografías A (Banco); B (Bajo); C (Estero); Variables: CE (Conductibilidad Eléctrica, ds/m); pH (acidez); Na (sodio, meq/l); K (potasio, meq/l); Ca (calcio, meq/l); Mg (magnesio, meq/l); S (azufre, meq/l); Fe (hierro, meq/l); (HCO₃; sulfato y cloruro en meq/l). Números diferentes en columnas/variable= (P<0,05). Letras diferentes en filas/variable= (P<0,05). Sd = sin determinación.

los ríos Alto Orinoco y Ventuari (Mora *et al.*, 2007). Al considerar la variable por fisiografía existió una tenencia hacia mayores conductividades en las lagunas de esteros y bajíos, ante las existentes en bancos, con mayor frecuencia en períodos de sequía.

Los valores de pH en su conjunto resultaron medianamente ácidos y más favorables al ser menos ácidos que los del río Cinaruco (Montoya *et al.*, 2006) o los de las aguas negras del Ventuari que poseen rango de 3,96 a 4,80 (Mora *et al.*, 2007). Existió una tendencia a mayor frecuencia de obtención de valores superiores ($P < 0,05$), en las aguas de las lagunas en los bajíos. Así como en todas las fisiografías menores valores ($P < 0,05$), durante los períodos de inundación, ello podría estar relacionado con la acción bacteriana sobre la materia orgánica en condiciones anaeróbicas (Bavera *et al.*, 1979; Bulla *et al.*, 1980 a,b), al incrementar los sulfuros, compuestos nitrogenados y ácidos húmicos por procesos de descomposición. Durante el período de evaluación se obtuvo mayores valores ($P < 0,05$) en sequía en todas las fisiografías, con valores cercanos a la neutralidad, sin superar el rango óptimo de 6,1 a 7,5 según Bavera *et al.* (2001), citados por Pérez – Carrera *et al.* (2007).

Los cationes Na y K presentaron tendencias muy similares con valores superiores ($P < 0,05$) en bajíos y esteros (promedio 18,57 meq/l en Na y 14,71 en K) al comparar con las aguas de lagunas en bancos (11,14 meq/l en Na y 9,14 en K). Ambos cationes al concentrarse las aguas durante el período de sequía presentaron superioridad ($P < 0,05$), ante evaluaciones en período de lluvias o inundación, y según Bavera *et al.* (1979), ambos cationes concentran poca cantidad, lo cual al eliminar el efecto salinidad, contribuyen a una clasificación de las aguas como “ideales” para su consumo por bovinos, no obstante, la contribución de estos a la nutrición mineral resulta a su vez precaria.

En los cationes Ca y Mg la jerarquización por fisiografía fue menor, resultando en promedio 10,36 y 6,71 meq/l en lagunas en bancos, 12,79 y 9,93 meq/l en lagunas en bajíos y 13,21 y 8,93 meq/l en lagunas en esteros, en valores promedio para Ca y Mg, respectivamente. No obstante, existió una tendencia a una superior ($P < 0,05$) cantidad de Ca en las lagunas de las fisiografías de esteros y bajíos durante el período de sequía, ante aguas de lagunas existentes en bancos, similarmente en los tenores de magnesio, aún cuando no tan pronunciado. La concentración

de ambos cationes resultaron bajas, y similares a las observadas para ríos del estado Amazonas (Mora *et al.*, 2007).

En el caso de S existieron problemas de detección, pero en períodos evaluados fueron establecidos altos tenores durante períodos de sequías ($P < 0,05$), ante períodos de lluvias, especialmente en lagunas existentes en esteros y bajíos, cuando estas superficies son destinadas por pastoreo diferido a su utilización; según valores referenciados por Bavera *et al.* (2001), citados por Pérez – Carrera *et al.* (2007). Ello podría suponer la inducción de una problemática de metabolismo y utilización de elementos como el Cu, durante una necesaria temporada de apareamiento durante el período de sequía. Similar comportamiento se detecta con Fe, con límite máximo sugerido de 2 mg/l según Pérez – Carrera *et al.* (2007), y ello también podría contribuir a antagonismos, resultando en detrimento de una adecuada nutrición mineral. Como evidencia de ello, Aparicio *et al.* (2007), encontraron en becerros en crecimiento suplementados parenteralmente con Cu, mayor aumento de peso vivo ($P < 0,05$), al comparar con sus similares no suplementados.

En referencia a sulfatos, cloruros y bicarbonatos la información no permite ser concluyente, pero existió una tendencia hacia mayores tenores en lagunas en esteros y bajíos durante el período de sequía.

CONCLUSIONES

Las aguas de lagunas ubicadas tanto en bancos, como esteros y bajíos, resultaron pobres en los principales elementos para contribuir a una adecuada nutrición mineral de los bovinos.

Durante el período de sequía, las aguas de abrevaderos ubicadas en esteros y bajíos, poseen niveles de S e Fe que podrían inducir procesos antagónicos en la absorción y metabolismo mineral, especialmente de Cu.

LITERATURA CITADA

- Aparicio R., R. Torres, L. Astudillo, L. Córdova y J. Carrasquel. 2007. Suplementación parenteral con cobre sobre el peso de becerros en crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(3):221-224.
- Bavera G., E. Rodríguez, H. Beguet, O. Bocco y J. Sánchez. 1979. *Aguas y Aguadas*. Ed.

- Hemisferio Sur. 1ª Edic. Buenos Aires, Argentina. 284 p.
- Bulla L., R. Miranda y R. Pacheco. 1980 a. Producción, descomposición, flujo de materia orgánica y diversidad en una sabana de banco del Módulo Experimental de Mantecal. Estado Apure, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*. 31: 331-338.
- Bulla L., R. Pacheco y R. Miranda. 1980 b. Ciclo estacional de la biomasa verde, muerta y raíces en una sabana inundable de estero en Mantecal. Venezuela. *Acta Científica Venezolana*. 31:339-344.
- Chicco C. y S. Godoy. 2005. Deficiencias minerales y condiciones asociadas en la ganadería de carne de las sabanas de Venezuela. **In:** Obispo, Salazar y Romero (comp. y Eds.). Primer Curso Internacional Sobre Avances en la Nutrición de los Rumiantes. (Memorias). INIA-FONACIT. Maracay, Venezuela. (Serie G. N° 5). 101-128.
- Ferrara de Giner G., M. Najul y R. Sánchez. 2007. Calidad del recurso hídrico. UCV – ULA (SIDITA). 366 p.
- InfoSTAT. 2007. InfoStat Ver. 2007. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- López D., M. Sosa, M. Niño y L. Yánes. 1986. Balance de elementos en una sabana inundable) Módulo Experimental de Mantecal, Edo. Apure, Venezuela). I. Entrada y salida de materiales. *Acta Científica Venezolana* 37: 174-181.
- McDowell L., J. Velásquez y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Universidad de Florida. Gainesville. 83 p.
- Mora A., L. Sánchez, C. Lasso y C. Mac-Quhae. 2007. Parámetros físicoquímicos de algunos cuerpos de agua adyacentes a la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 41(1):44-59.
- Montoya J., D. Roelke, K. Winemiller, J. Corner and J. Snider. 2006. Hydrological seasonality and benthic algal biomasa in a neotropical floodplain river. *J. North American Benthological Society*. 25(1):157-170.
- Murphy M., C. Davis and G. McCoy. 1983. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *J. of Dairy Science*. 66: 35-38.
- Pérez – Carrera A., C. Moscuza, D. Grassi y A. Fernández – Cirelli. 2007. Composición mineral del agua de bebida en sistemas de producción lechera en Córdoba, Argentina. *Vet. Méx.*, 38(2): 153 – 164.
- Preston T. y R. Leng. 1989. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. *Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico*. Cali, Colombia. 312 p.
- Sager R. 2000. Agua para bebida de bovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agrícola. Estación Experimental San Luís. Argentina. Serie Técnica N° 126. 9 p.
- Sarmiento G. and M. Pinillos. 2001. Patterns and processes in a seasonally flooded tropical plain the Apure llanos, Venezuela. *J. of Biogeography*. 28:985-996.
- Tejos R. 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. En: XIV Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Plasse, Peña, Romero (Eds). Maracay. 143-165.
- Torres R., E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003a. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zootecnia Tropical*, 21(4):425-448.
- Torres R., E. Chacón, W. Machado, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003b. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. II. Composición proteica y de minerales en planta y suelo. *Zootecnia Tropical*, 21(4):449-466.

Roca fosfórica y superfosfato triple como fuentes de fósforo para *Centrosema* en un suelo ácido

Maria Lugo Soto¹ Ricardo Ramírez^{2,3*} e Ignacio Entrena³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Ciudad Bolivia, estado Barinas, Venezuela.

²Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

³INIA, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias CENIAP. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

Correo electrónico: abisam28@gmail.com

⁴Universidad Experimental Simón Rodríguez. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

RESUMEN

Una alta proporción de los pastizales cultivados están asentados en suelos ácidos deficientes en fósforo (P). La aplicación de fertilizantes fosfatados solubles es una solución al problema, sin embargo, el uso de la roca fosfórica (RF) como fuente de P es una alternativa válida. El objetivo del trabajo fue evaluar la RF de Riecito y el superfosfato triple (SFT) en un suelo ácido con tres ecotipos de *Centrosema macrocarpum* midiendo la producción de materia seca (MS), la absorción de P y calcio (Ca) y la influencia de la longitud radical (LR) sobre la MS, P y Ca absorbidos por la planta. La respuesta de la *Centrosema* a la aplicación de RF medida como MS y absorción de P y Ca se evidenció después de un período largo (80 d) de incubación de la roca en el suelo; en cambio la respuesta al SFT fue muy temprana (30 d). El comportamiento de los ecotipos parece indicar que existen diferencias entre ellos en relación a su respuesta a las fuentes de P y Ca. La producción de la MS, absorción de P (Pab) y Ca (Caab) por las plantas mostró una alta dependencia de la longitud radical, a su vez la MS presentó una alta relación con el P y Ca absorbidos.

Palabras clave: fósforo, calcio, longitud radical, absorción de nutrientes, materia seca, *Centrosema macrocarpum*

Phosphate rock and triple superphosphate as phosphorus sources for *Centrosema*

ABSTRACT

A large proportion of cultivated forage in Venezuela are planted in acidic soils low in available phosphorus (P). The use of soluble P fertilizers can solve the problem, but the use of phosphate rock could be less expensive alternative. The objective of this study was to test Riecito phosphate rock and triple superphosphate as P sources for three *Centrosema macrocarpum* ecotypes in an acidic soil. Response of *Centrosema* dry matter (DM) P and Ca uptake to phosphate rock was evident after 80 days of phosphate rock incubation in the soil. However, *Centrosema* response to triple superphosphate was detected faster, after a period of only 30 days. Ecotypes response to P source suggested differences in their capacity to use P from phosphate rock and triple superphosphate. Dry matter production, P and Ca uptake were highly dependent on the root length. Dry matter accumulation depended on P and Ca uptake.

Keywords: phosphorus, calcium, root length, nutrient uptake, dry matter, *Centrosema macrocarpum*.

INTRODUCCION

El fósforo (P), junto con el nitrógeno (N), es uno de los nutrientes más deficientes en los suelos ácido (Sa); los sistemas de producción ubicados en este tipo de suelos requieren, normalmente, de altas aplicaciones de fertilizantes fosfatados o nitrogenados, así como enmiendas como cal agrícola. Casanova (1993) estimó que aproximadamente 60 millones de hectáreas, en Venezuela, correspondían a Sa, por consiguiente con altos requerimientos de fertilizantes y enmiendas para poder lograr cosechas aceptables.

Una posible fuente de P es la roca fosfórica (RF) especialmente para los cultivos de ciclo largo (Pérez *et al.*, 1995; León, 1991). La dificultad de la RF para ser usada como fertilizante fosfatado radica en su baja solubilidad y, por consiguiente, en la lenta liberación de P disponible para la planta (Hammond *et al.*, 1986; Casanova, 1993; Chien *et al.*, 1995; Chien y Menon, 1995 Allen *et al.*, 1995). Debido a su limitada solubilidad la RF se recomienda para cultivos permanentes, los cuales pueden tomar ventaja de ésta característica para tener P residual disponible por períodos de tiempo más largos.

El uso de la RF en Sa tiene la ventaja de que el pH bajo de éstos suelos es el factor directamente responsable de su disolución (Barnes y Kamprath, 1975; Paesle *et al.*, 1962; MacKay *et al.*, 1986). Las características de las raíces también tienen efecto sobre la disolución y utilización del P del suelo (Gahoonia *et al.*, 1997), las variaciones en longitud, superficie y radio radical así como la densidad de las raíces, juegan un papel muy importante en los suelos pobres en P (Föhse *et al.*, 1991; Gahoonia *et al.*, 1997 y Zoysa *et al.*, 1998). Por estas razones es necesario evaluar la capacidad de los suelos para solubilizar las fuentes de P poco solubles, conjuntamente con la de la planta para absorber P, especialmente cuando el origen de éste es una fuente de poca solubilidad como la RF.

Centrosema macrocarpum es una leguminosa adaptada a los suelos tropicales de pH bajo y responde muy bien a la fertilización nitrogenada y fosfatada. Al respecto, Aguirre *et al.* (1988) encontraron diferencias en la respuesta al P y N entre 2 especies de *Centrosema*. Por su parte, Cadisch *et al.* (1992) observaron diferencias en la respuesta de 12 ecotipos de *Centrosema* a la fertilización con P. En un

experimento realizado en suelo Ultisol de pH 4,5 y con 78% de saturación de las bases con aluminio (Al), Argel *et al.*, (1997) encontraron que el ecotipo de *C. macrocarpum*, CIAT 5056, respondió positivamente a la aplicación de P al suelo; esta respuesta fue mayor cuando también se aplicó azufre (S).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la posible diferencia entre tres ecotipos de *C. macrocarpum* en la utilización del P de la RF proveniente de Riecito y estudiar la influencia del sistema radical en sobre la absorción de P y Ca.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar el trabajo se usó un suelo superficial (0-20 cm) clasificado como Typic Ochraquox, franco fino ácido, silicio, isohipertérmico, colectado en la finca El Milagro, localidad La Becerrera, Dtto. Miranda, Edo. Guárico, Venezuela. El suelo se seco al aire y tamizó usando una malla de 2 mm. El análisis de suelo mostró en mg kg⁻¹ 2,3 de P, 36 de K (Olsen *et al.*, 1954; 40 de Ca), 4,9 de Zn por Mehlich 1 (HRMST 1980) 0,32 % de materia orgánica Walkley y Black (1934); pH 4,5 (Relación suelo-agua 1:2,5); capacidad intercambiable 8,97 cmol kg⁻¹, Al 5,48 cmol kg⁻¹ y saturación de bases por Al de 61%.

La dosis de P aplicada al suelo fue de 100 mg kg⁻¹ y se usaron 2 fuentes de P: RF de Riecito micronizada con 20,10 % de P total y 27,35 % de Ca, y superfosfato triple (SFT) con 20,10 % de P y 14 % de Ca más un tratamiento testigo sin aplicación de P (0P). Todos los potes recibieron una fertilización básica, en mg kg⁻¹, de 330 de N en forma de urea, 225 de K como cloruro de potasio y 30 de Zn como sulfato de Zn. Los fertilizantes, de cada tratamiento, se mezclaron con 4 kg de suelo previamente secado al aire y tamizado a 3 mm. Las mezclas se colocaron en potes plásticos de 5 l.

Los ecotipos de *Centrosema* usados fueron: CIAT-5713 (E13), CIAT-5730 (E30) y CIAT-5735 (E35). Antes de la siembra las semillas se escarificaron con una solución de ácido sulfúrico al 70%, luego fueron lavadas con agua corriente y secadas con papel absorbente. Las semillas se germinaron en papel absorbente húmedo por 48 h y se escogieron aquellas con la radícula visible, iniciando la germinación; y se sembraron en el suelo humedecido con agua desmineralizada. Diez días después de la germinación las plantas se entresacaron para dejar 3 por pote,

procurando escoger las más vigorosas. Durante el experimento la humedad del suelo se mantuvo entre 30 y 90 % de la capacidad de campo, agregando agua desmineralizada cuando fue necesario.

Los tratamientos formados por 3 ecotipos y 2 fuentes de P se distribuyeron en un diseño factorial completamente aleatorizado con 3 repeticiones. Los pots se colocaron en un invernadero con control de temperatura por medio de una cortina de agua. La temperatura máxima registrada en el curso del experimento fue de 33° C y la mínima de 16° C. Durante el período de duración del experimento realizándose 3 cortes de follaje a los 30, 55 y 80 d después del entresaque. Las plantas se cortaron a 1 cm por encima la superficie del suelo, lavándose con agua desmineralizada y secándose en una estufa de ventilación forzada a 70°C por 48 h; las muestras secas se pesaron y luego fueron molidas usando un tamiz de 1 mm. El tejido vegetal seco fue digerido con ácido sulfúrico concentrado y peróxido de hidrógeno al 30 % (Thomas *et al.*, 1967) en un bloque de aluminio; en el extracto obtenido se determinó P por colorimetría (Wolf, 1982) y el Ca por absorción atómica.

Después de cada cosecha se tomaron muestras de suelo, usando un tubo de 2,5 cm de diámetro interno, desde la superficie hasta la base del pote, analizándose los suelos para P, Ca y pH. Al momento de los cortes correspondientes a los 55 y 80 d fueron recolectadas muestras semejantes a las anteriores para la determinación de la longitud radical (LR) siguiendo el método de la cuadrícula (Tennant, 1975). Las raíces se separaron del suelo con agua corriente usando tamices de 1, 2 y 3 mm, conservadas en una solución de alcohol al 70%, hasta el momento de la determinación de la LR.

El análisis estadístico de los datos se hizo por medio del paquete estadístico Statistix 8, cuidando de probar los supuestos de homogeneidad, normalidad e independencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la varianza, siguiendo el diseño de factorial 3*3 (ecotipos x fuente de P) mostró valores de F significativos para el factor fuente en MS, absorción de P (Pab) y Ca (Caab), en todas las épocas de muestreo. En cambio, para el factor ecotipo solo se encontró significación para MS a los 30 d de edad de la planta, Pab total, Caab a los 80 d y para el total. Los

valores de F para la interacción fueron significativos para las 3 variables estudiadas en los 3 cortes y el total. De acuerdo con ésta información se procedió al cálculo de la comparación de medias de fuentes de P dentro de cada ecotipo.

La comparación de medias de MS entre ecotipos a los 30 d mostró que la producción de E35 fue mayor al de E13 y E30, este comportamiento no se manifestó en plantas más adultas.

La producción promedio de MS debido al efecto del uso de SFT y RF fue significativamente mayor que la encontrada con OP en los 3 cortes, esta respuesta es una evidencia de la deficiencia de P en el suelo.

El SFT fue más eficiente que la RF para la producción de MS a los 30 y 55 d, debido posiblemente a su capacidad para liberar rápidamente P disponible para la planta. La respuesta de la RF se hizo más evidente a los 80 d, cuando la MS igualó a la producida por el SFT. Este comportamiento se puede explicar debido a que primero debe ser solubilizada para liberar P; por esta característica se la conoce como un fertilizante fosfatado de liberación lenta y, por consiguiente, la respuesta de la planta es más demorada.

La respuesta de los ecotipos E13 y E30 a la RF, se observó a los 80 d (Cuadro 1) cuya producción de MS fue significativamente igual a la encontrada con el SFT; en cambio, la respuesta de E35 a la RF fue sustancialmente superior a la registrada con el SFT. Los beneficios de la RF a largo plazo fueron más evidentes cuando se tomó en cuenta la MS total producida, suma de los 3 cortes (Cuadro 1).

Estos resultados concuerdan con los de Chien *et al.* (1987) quienes demostraron que la respuesta de la MS a la RF está relacionada con el tiempo que toma el proceso de solubilización de la RF en el suelo. Este proceso es más lento que el de una fuente soluble como el SFT (Allen *et al.*, 1995), por esta razón la RF se considera como una fuente de P menos eficiente para cultivos de ciclo corto. Al respecto, López *et al.* (1987) trabajando en un suelo Ultisol ácido, encontraron que el SFT liberaba una alta porción del P disponible en un período de tiempo corto, lo que permitía obtener mejores rendimientos de sorgo en la primera cosecha que con el uso de RF, en cambio la respuesta a la RF fue favorable en la tercera cosecha.

Cuadro 1. Respuesta de la materia seca (gramos pote⁻¹) de tres ecotipos de *Centrosema macrocarpum* a la fertilización con superfosfato triple y roca fosfórica Ecotipos

Fósforo	Ecotipos			Media
	13	30	35	
30 días				
0 P	0,31c	0,34c	0,28c	0,28c
RF	1,16b	0,64b	1,15b	0,98b
SFT	2,72a	3,23a	3,62a	3,19a
Media CV=18,0%	1,40b	1,37b	1,68a	
55 días				
0 P	2,10c	1,70c	2,53c	2,11c
RF	9,57b	9,63b	9,03b	9,47b
SFT	11,43a	13,23a	13,23a	12,63a
Media CV=12,24%	7,70	8,26	8,19	
80 días				
0 P	5,57 b	4,20 b	6,03 c	5,27 b
RF	18,30 a	18,50 a	18,17 a	18,32 a
SFT	18,50 a	19,27 a	15,53 b	17,77 a
Media CV=12,00%	14,12	13,99	13,24	
Sumatoria				
0 P	7,98 b	6,14 c	8,84 b	7,65 c
RF	29,03 a	27,77 b	28,35 a	28,72 b
SFT	32,69 a	35,27 a	32,38 a	33,60 a
Media CV=6,00%	23,55	23,55	23,20	

Valores en las columnas o en las filas seguidos por diferente letra son significativos para $<0,05$ según Tukey.

El Pab promedio correspondiente al SFT y a la RF fue significativamente mayor al correspondiente al OP (Cuadro 2) en los 3 cortes. El incremento significativo del Pab debido al uso SFT respecto a la RF, a los 30 d, fue de 230%, pero en plantas más adultas de 55 y 80 d la Pab con RF fue notable igual a la correspondiente a SFT. Sin embargo, el promedio de la sumatoria de Pab mostró que el efecto del SFT es sustancialmente superior al encontrado para RF, este comportamiento fue debido a la alta influencia que ejerció el corte a los 35 d.

Examinando el comportamiento individual de los ecotipos con respecto a las fuentes de P aplicado al suelo a los 30 y 55 d se puede ver que siguieron el mismo patrón reflejado en los promedios. Pero a los 80 d las interacciones ecotipo-fertilizante fueron diferentes, en E30 y E55 la Pab fue representativamente mayor cuando se aplicó RF en comparación con el SFT; todo lo contrario ocurrió con el E13, el Pab fue mayor con la fuente más soluble. Este comportamiento de los materiales genéticos a 80 d parece evidenciar que podrían existir diferencias entre ellos, en su capacidad para tomar P de fuentes fosfatadas que difieren en solubilidad.

Los datos obtenidos confirman que la eficiencia de la RF, como fuente de P para la planta, está relacionada con el tiempo de permanencia y degradación en el suelo. La disolución de la RF ha sido relacionada con algunas características químicas de los suelos así como también con las propiedades fisiológicas de los cultivos y la naturaleza de las fuentes de P aplicadas al suelo (Hammond *et al.*, 1986; Balan y Hedley 1990; Chien and Menon, 1995).

Está demostrado que el pH de los Sa favorece en alto grado la disolución de la RF, en cambio los niveles bajos de P o Ca disponibles tiene un efecto de poca importancia (Paslee *et al.*, 1962, Mackey *et al.*, 1986, Barnes and Kamprath 1975, Hammond *et al.*, 1986, He *et al.*, 1996, Ramírez *et al.*, 2001). En general, en este experimento, el comportamiento del Pab en el tiempo, reflejado por el P total absorbido, demuestra que el uso de la RF en un Sa es más ventajoso en la medida que el tiempo de reposo en el suelo es mayor, en comparación con la fuente más soluble como el SFT.

La Caab por los ecotipos reveló un comportamiento parecido al observado con el P y la MS. A los 30 y 55 d el promedio de Caab a la fertilización con SFT

fue significativamente mayor que el equivalente a la RF (Cuadro 3). A los 80 d el comportamiento de las medias del Caab fue diferente, el correspondiente a la RF fue representativamente mayor que el de SFT.

Observando las interacciones se puede ver que la conducta de los ecotipos fue diferente con el tiempo a los 30 d el Caab donde se aplicó SFT fue significativamente mayor que con RF, en los 3 ecotipos. A los 55 d E13 no mostró diferencias notables entre RF y SFT, en cambio E30 y E35 acusaron respuestas relevantes con la aplicación de SFT respecto a RF. A los 80 d el Caab con la RF, en los 3 ecotipos, fue superior al SFT (Cuadro 3).

La Caab total (sumatoria) por E13 y E30 fue igual para ambas fuentes de P. En cambio en E35 el Caab con el tratamiento de RF fue significativamente mayor que el correspondiente de SFT. Los datos demuestran que la eficiencia de la RF como fuente de Ca es tan buena como la del SFT, cuando la roca es incubada en el suelo por un cierto período de tiempo.

La información obtenida parece indicar que existen diferencias entre los ecotipos en su capacidad de tomar Ca proveniente de las dos fuentes usadas. Este comportamiento podría ser de carácter genético y necesita estudiarse para probar su validez.

El crecimiento de las raíces, en términos de LR, debido a la influencia de la RF o del SFT fue variable de acuerdo con los ecotipos y estadísticamente significativos respecto a la LR encontrada en el tratamiento de OP (Cuadro 4). La LR de E13 y E35 a los 55 d fue más favorecida con el uso del SFT que con la RF; los incrementos a favor del SFT fueron del orden del 53,82% en E13 y de 109,45% en E35; no se encontró diferencia significativa entre la RF y el SFT para E30 (Cuadro 4). El comportamiento de la LR a los 80 d es muy diferente, los incrementos notables de la LR por el uso de RF respecto al SFT resultaron ser de 29,00 y 27,39% en E13 y E30, respectivamente, no se encontraron diferencias en E35. Estos datos sugieren que en el Sa usado, el crecimiento radical es estimulado por la presencia de P disponible para la planta, independientemente de la fuente de P.

El mejor comportamiento de la LR con SFT a los 55 d pudiera atribuirse a una mayor disponibilidad de P en el tratamiento con la fuente más soluble; sin embargo, al pasar el tiempo, las condiciones de acidez del suelo pudieron hacer más disponible

Cuadro 2. Fósforo absorbido (mg planta⁻¹) por tres ecotipos de *Centrosema macrocarpum* fertilizados con superfosfato triple y roca fosfórica.

Fósforo	Ecotipos			Media
	13	30	35	
30 días				
0 P	0,21c	0,18 c	0,23 c	0,21 c
RF	2,40 b	0,90 b	1,58 b	1,63 b
SFT	3,99 a	5,39 a	6,76 a	5,38 a
Media CV=25%	2,77	2,16	2,86	
55 días				
0 P	2,21 b	2,10 b	2,63 b	2,33 b
RF	19,47 a	21,36 a	17,69 a	19,51 a
SFT	19,29 a	27,00 a	22,65 a	22,98 a
Media CV=21,6%	13,66	16,82	14,32	
80 días				
0 P	3,49 c	1,55 c	3,02 c	2,69 b
RF	19,05 b	34,44 a	28,42 a	27,30 a
SFT	34,06 a	26,48 b	19,17 b	26,75 a
Media CV=14,3%	18,85	20,82	17,13	
Sumatoria				
0 P	5,91 c	3,83 b	5,87 b	5,20 c
RF	40,92 b	56,71 a	47,69 a	48,44 b
SFT	57,34 a	58,86 a	49,13 a	55,11 a
Media CV=12,76	34,73	39,80	34,23	

Valores en las columnas seguidos por diferente letra son significativos para $P < 0,05$ según Tukey.

Cuadro 3. Calcio absorbido (mg planta⁻¹) por tres ecotipos de *Centrosema macrocarpum* fertilizados con superfosfato triple y roca fosfórica.

Fósforo	Ecotipos			Media
	13	30	35	
30 días				
0 P	1,05 c	0,62 c	1,11 c	0,93 c
RF	10,72 b	5,00 b	11,78 b	9,29 b
SFT	20,23 a	19,99 a	23,16 a	21,13 a
Media	10,67	8,67	12,02	
55 días				
0 P	7,90 c	4,50 c	9,37 c	7,26 c
RF	93,70 a	76,14 b	64,90 b	78,25 b
SFT	81,42 a	110,29 a	102,35 a	98,02 a
Media	61,01	63,64	58,88	
80 días				
0 P	20,46 c	11,01 c	27,74 c	19,74 c
RF	150,70 a	209,15 a	197,53 a	185,79 a
SFT	128,74 b	171,90 b	103,41 b	134,68 b
Media	99,96 c	130,69 a	109,56 b	
Sumatoria				
0 P	29,41 b	16,13 b	38,22 c	
RF	255,12 ab	290,29 aa	274,21 aa	
SFT	230,11 ac	302,18 aa	228,92 bb	
Media	171,64 b	203,00 a	180,46 b	
CV=6,86				

Valores en las columnas o en las filas seguidos por diferente letra son significativos para P<0,05 según Tukey.

Cuadro 4. Longitud radical (cm) de tres ecotipos de *Centrosema macrocarpum* fertilizados con superfosfato triple y roca fosfórica.

Fósforo	Ecotipos			Media
	13	30	35	
55 días				
OP	54,22 c	60,64 b	94,98 b	69,95 c
RF	156,36 b	186,21 a	125,71 b	156,09 b
SFT	240,52 a	200,53 a	263,30 a	234,78 a
Media	150,36	149,13	161,33	
80 días				
OP	120,80 c	81,82 c	184,03 b	128,71 c
RF	317,52 a	278,67 a	244,83 a	280,33 a
SFT	245,67 b	218,78 b	267,84 a	244,09 b
Media	228,00 a	192,91 b	232,23 a	

Valores en las columnas o en las filas seguidos por diferente letra son significativos para $P < 0,05$ según Tukey.

el P de la RF y estimular más ventajosamente el crecimiento radical. Este comportamiento de la LR está de acuerdo con lo encontrado por otros autores, Ramírez y López (2000) trabajando en dos Sa con diferentes variedades de sorgo observaron un menor desarrollo radical cuando no aplicaron P en el suelo más ácido, no así en el suelo también ácido pero de pH más alto. Por otra parte Ramírez (2005) mostró que la LR de tres diferentes cultivares de maíz en un suelo sin aplicación de P fue aproximadamente un tercio o menos de las LR de los maíces fertilizados con RF o SFT, por el contrario, Anghinoni y Barber (1980) encontraron que en condiciones de deficiencia de P la LR se incrementaba. Esta aparentemente contradicción en el comportamiento de las raíces pudiera estar relacionada con el grado de acidez del suelo, el Al disponible y el material genético involucrado en el trabajo.

La eficiencia de las raíces para tomar P del suelo puede ser estimada por los centímetros de raíz necesarios para absorber 1 miligramo de nutriente (LR:Pab). En el suelo donde no se aplicó fosfatos los

valores de la relación LR:Pab fueron muy altos, entre 24,53 y 36,11 a los 55 d y entre 36,62 y 60,93 a los 80 d (Figuras 1 y 2). Estos datos parecen indicar que podrían existir diferencias entre los ecotipos para tomar P en los Sa con bajo contenido de este nutriente; el orden de eficiencia de los ecotipos fue $E13 > E30 > E35$. El comportamiento de la relación LR:Pab en el tratamiento OP parece estar muy influenciada por el bajo nivel de Pab en los ecotipos (Cuadro 3) debido posiblemente a la baja disponibilidad del nutriente en la solución del suelo.

Con la aplicación de RF o SFT los valores de la relación LR:Pab fueron notablemente más bajos que en el tratamiento de OP, lo que significa que la eficiencia de uso de P por centímetro de raíz fue mayor en los tratamientos fertilizados. A los 55 d la relación LR:Pab de E13 y E35 donde se usó RF fue menor que la encontrada con SFT, en cambio en E3 la relación para ambos fertilizantes resultó muy parecida. A los 80 d se encontró que la relación LR:Pab de E3 con SFT fue más baja que con RF, pero en E30 y E35 se observó un comportamiento parecido al de los

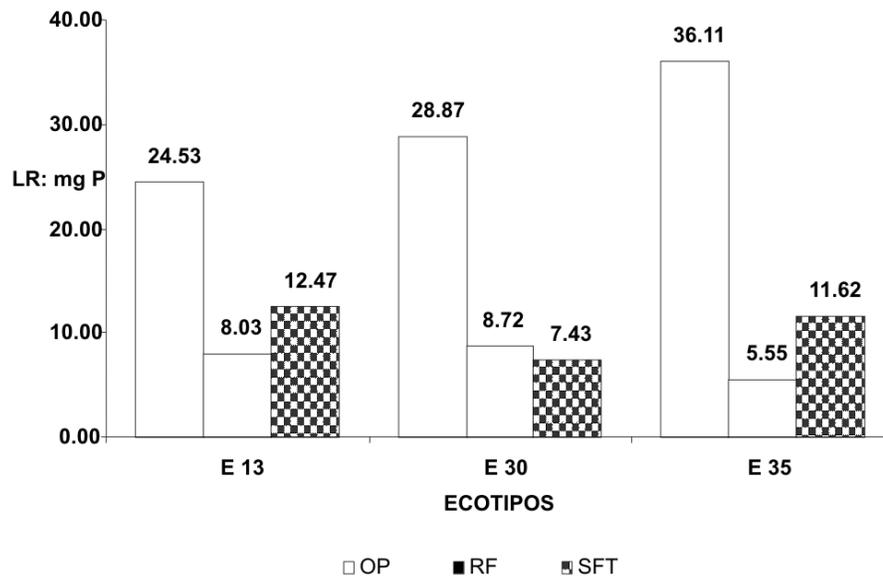


Figura 1. Longitud radical (centímetros) por miligramos de P absorbido (LR:mg P) para tres ecotipos de *Centrosema macrocarpum* a los 55 días de edad.

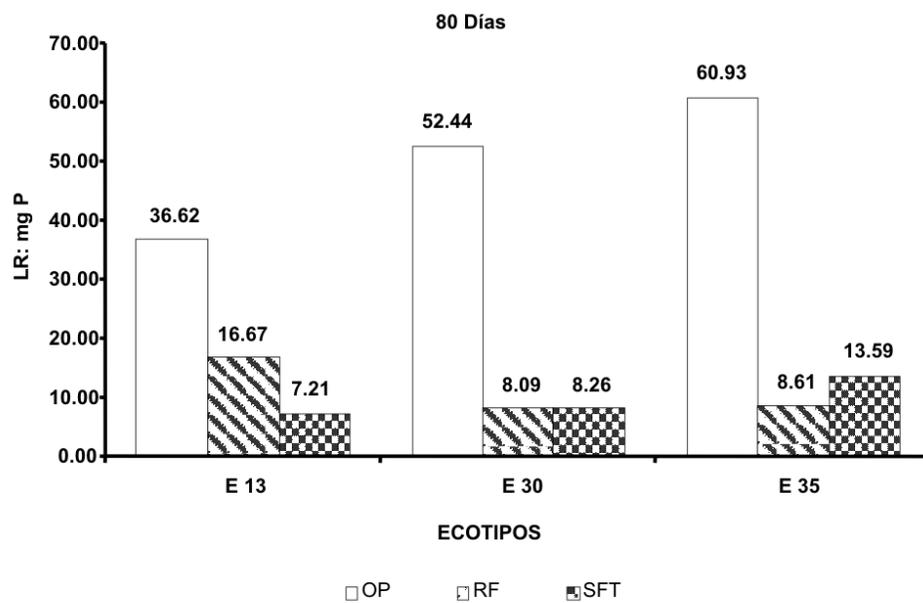


Figura 2. Longitud radical (centímetros) por miligramos de P absorbido (LR:mg P) para tres ecotipos de *centrosema macrocarpum* a los 80 días de edad.

35 d. Esta información sugiere que existen diferencias entre ecotipos en cuanto a la eficiencia de las raíces para tomar P procedente de la RF y del SFT en un Sa.

Una forma de definir la eficiencia de la RF es por medio del índice de la disolución aparente (DAR) la cual se calcula sumando la fracción absorbida por la planta con la fracción residual disponible en el suelo (Ramírez *et al.*, 2001). Los valores de DAR calculados para los ecotipos E30 y E35 fueron muy parecidos, 119 y 110 mg por pote, respectivamente, E13 resultó ser ligeramente menos eficiente, con un valor de 90 mg (Figura 3). La mayor contribución del P al índice DAR correspondió al residual, que fue de 55,5 % para E13, 61,1 % para E30 y 61,8 % para E35. Los niveles más altos de P residual en comparación a los de P absorbido podrían representar una ventaja para los cultivos sucesivos.

La disolución aparente (DA) correspondiente al SFT (Figura 3), en los 3 ecotipos, resultaron superior a la de la RF. En E13 y E30 la DA del SFT duplicó a la DAR encontrada con la RF, pero en E35 el incremento encontrado fue menor. Los valores más altos de DA del SFT se deben a la mayor contribución del P residual como consecuencia de la mayor solubilidad del SFT. Este comportamiento se reflejó en el porcentaje de recuperación de P por el cultivo, el cual varió entre 8,76 y 13,22% para la RF, y entre 10,82 y 13,76 % para el SFT. Estos valores son bajos, especialmente

si se toma en cuenta los niveles altos de P disponible residual en el suelo.

Cuando se aplica RF al suelo la primera reacción corresponde a su disolución, y su grado depende de las propiedades físicas y químicas del suelo y de la propia roca. (Kanabo y Gilkes 1987, Balan y Hedley 1990). El pH es uno de las propiedades del suelo que tiene más influencia sobre la disolución de la RF. Chu, *et al.* (1962) sugirieron que la disolución está relacionada con el óxido de Fe libre en el suelo; Chien *et al.* (1980) encontraron que la disolución de la RF estaba relacionada con el Al activo en el suelo, y recientemente Sukunya *et al.* (2005) señalaron que la disolución de la RF en suelos sulfatos ácidos está fuertemente relacionada con varios factores del suelo, entre ellos el pH, el Al extraído con KCl y el porcentaje de saturación de Al. Algunas de estas propiedades están presentes en el suelo usado en el experimento y ellas posiblemente tuvieron una fuerte influencia sobre la disolución de la RF usada como fertilizante.

La capacidad de producción de MS por los ecotipos fue muy parecida, todos ellos respondieron significativamente a la fertilización fosfatada. La respuesta fue mejor al SFT en las etapas tempranas del desarrollo de las plantas, pero luego la eficiencia de la RF fue tan buena como la de la fuente más soluble. El comportamiento positivo de la RF en la producción

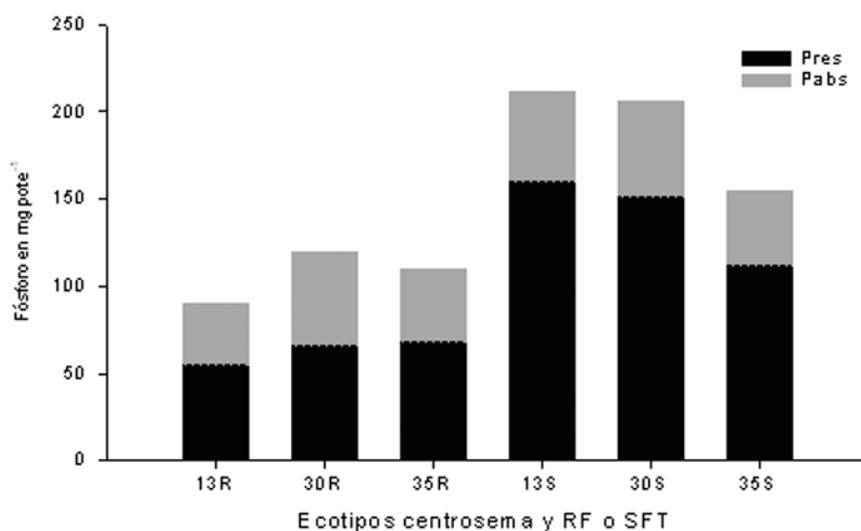


Figura 3. Disolución aparente de la roca fosfórica y del superfosfato triple en un suelo ácido sembrado con *Centrosema macrocarpum*.

de MS se debió no solamente a la utilización del P liberado por la RF en el Sa, sino también al efecto del Ca.

La alta dependencia de la MS de la disponibilidad de P y Ca en el suelo quedó demostrada por los elevados valores de los coeficientes de determinación de las ecuaciones calculadas para 55 d (Figura 4a, 4b) y 80 d (Figura 5a, 5b) los cuales estuvieron por encima de 0,95 lo que significa que se puede explicar el comportamiento de la MS en algo más del 95 % de los casos por la disponibilidad del P o Ca en el suelo. La dependencia de la Pab, Ca y MS de la longitud radical a los 55 d también fue significativa (Figura 4c, 4d), los valores de R^2 calculadas resultaron ser 0,90 para MS, 0,97 para P y 0,74 para Ca. A los 80 ds los coeficientes calculados fueron de 0,76 para MS, 0,58 para P y 0,63 para Ca (Figuras 5d, 5c, 5e). Los datos anteriores demuestran que la dependencia de la MS, Pab y Caab de la LR es menor con el desarrollo de la

planta, por otra parte, las regresiones correspondientes a Pab en ambas fechas tienen un forma lineal, en cambio del de Ca son de carácter logarítmica, esto parece indicar que la absorción de Ca alcanzaría un máximo antes que la Pab.

CONCLUSIÓN

La información obtenida, en el trabajo, permite indicar que puede haber variación entre los ecotipos estudiados en su capacidad para tomar P ó Ca proveniente de la RF ó del SFT triple en Sa. Este comportamiento puede ser atribuido a la capacidad de ellos para contribuir a la solubilización de la RF en el suelo, medida en términos de disolución aparente del fertilizante conformado por el Pab y el P residual en el suelo, por otra parte, hay una clara evidencia que la LR juega un papel relevante sobre la capacidad de los ecotipos para tomar P y Ca proveniente de la RF.

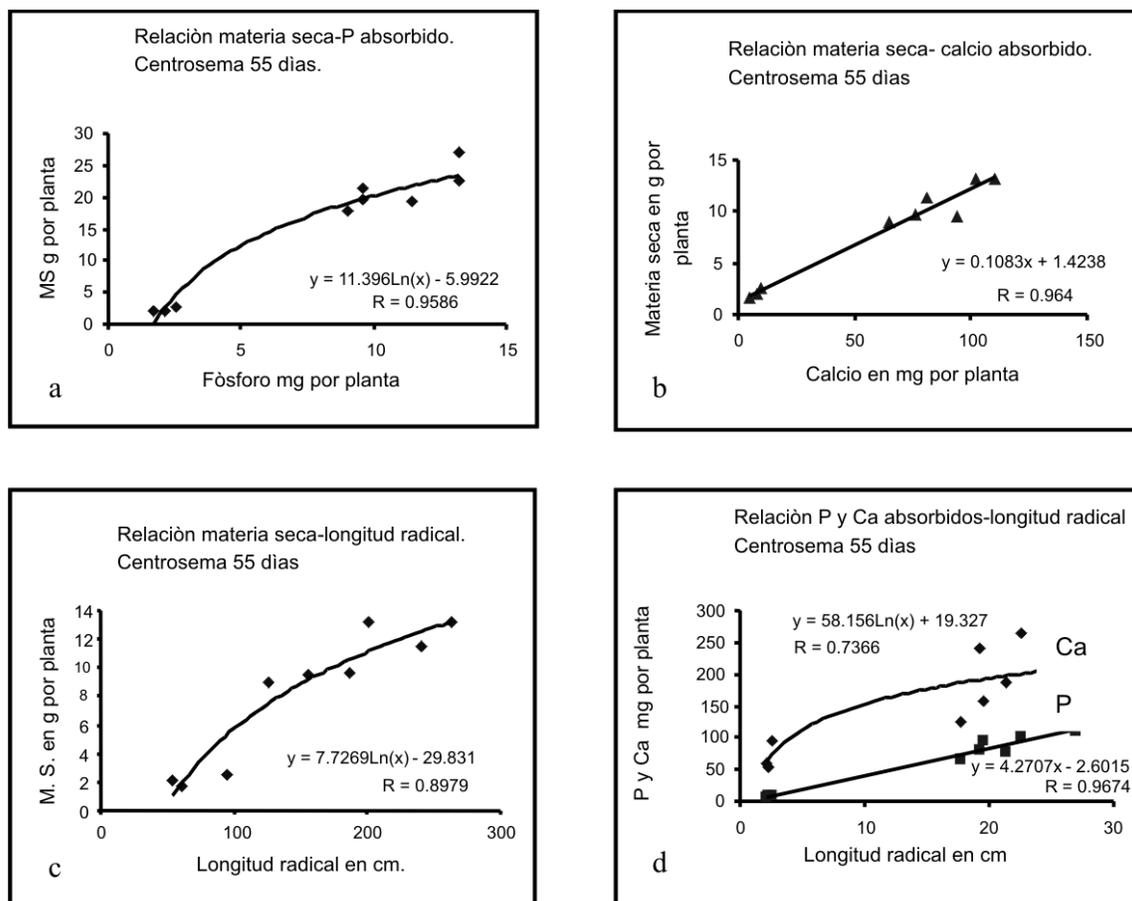


Figura 4. Ecuaciones de regresión calculadas para Ms, Pab, Caab y LR para *Centrosema macrocarpum* a los 55 días de edad.

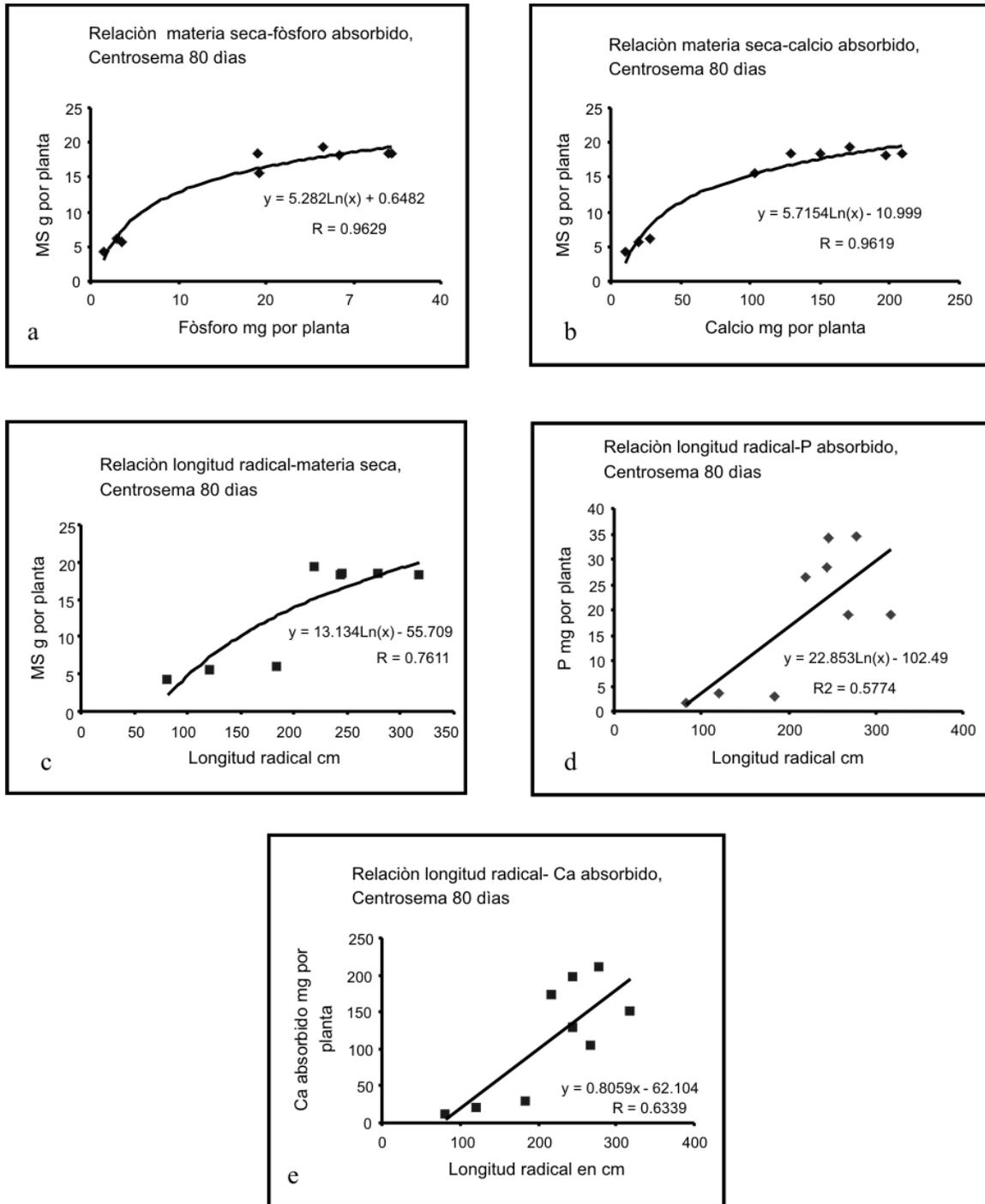


Figura 5. Ecuaciones de regresión calculadas para MS, Pab, Cab y LR para *Centrosema macrocarpum* a los 80 días de edad.

LITERATURA CITADA

- Aguirre M., M. Valdés y M. R. Sylvester-Bradley. 1988. Simbiosis entre rizobios y cuatro leguminosas tropicales adaptadas en Chiapas, México. *Pasturas Tropicales*. 10:18-21
- Anghinoni I. and S. A. Barber. 1980. Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. *Agron. J.* 72:685-688.
- Allen E. R., D. W. Ming, L. R. Hosner and D. Henninger. 1995. Modeling transport kinetics in clinoptilolite-phosphate rock system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:248-255.
- Argel P., M. Peralta y E. Pizarro. 1997. Experiencia regional con *Centrosema*. América Central y México. **In:** *Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización* (Ed. R. Schultze-Kraft y R. J. Clements) Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. P:427-456.
- Barnes J.S. and E. J. Kamprath. 1975. Availability of N.C. rock phosphate applied to soils. North Caroline Agricultural Experimental Station. Raleigh, N. C. Tech. Bull. No 229.
- Balan N.S. and M. J. Hedley. 1990. Dissolution of phosphate rock in soil. II. Effect of pH on the dissolution of plant availability of phosphate rock in soil with pH dependent charge. *Fert. Res.* 24:125-134.
- Cadisch G., R. Sylvester-Bradley and J. Nosberger. 1992. Variation in growth and N₂ fixation within and among *Centrosema* spp. In response to phosphorus supply. *Tropical Grassland*. 26:226-234.
- Casanova E. 1993. Las rocas fosfóricas y su uso agroindustrial en Venezuela. *Apuntes Técnicos, PALMAVEN* 47:653-662.
- Chien S.H., F. Adams, F.F. Khasawneh and J. Henao. 1987. Effects of combination of triple super phosphate and a reactive phosphate rock on yield and phosphorus uptake by corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1656-1658
- Chien S.H., L. A. León and H. R. Tejada. 1980. Dissolution of North Caroline phosphate rock in acid Colombia soils as related to soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:1267-1271.
- Chien S. H. and R. G. Menon. 1995. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. *Fert. Res.* 41:227-234.
- Chien S.H., F. Adams, F. E. Khasawneh and J. Enao. 1987. Effects of combinations of triple superphosphate and a reactive phosphate rock on yield and phosphorus uptake by corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1656-1658
- Chien S.H., R. G. Menon, R. W. Taylor and K. R. Siston. 1995. Evaluation of agronomic effectiveness of phosphate rocks for aluminum tolerant soybean cultivar. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26:3133-3144
- Chu C. R., W. W. Moschler and G. W. Thomas. 1962. Rock phosphate transformations in acid soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 44:260-294.
- Fohse D, N., Classen and H. A. Jung. 1991. Phosphorus efficiency of plants. II Significance of root radius, root hairs and cation-anion balance for phosphorus influx in seven plant species. *Plant and Soil* 132:261-272.
- Gahoonia T. S., D. Cara and N. E. Nielsen. 1997. Root hairs and phosphorus acquisition of wheat and barley cultivars. *Plant and Soil* 191:19-81-188.
- Hammond L.S., S. H. Chien and G. N. Eastwood. 1986. Agronomic effectiveness of Boyaca phosphate rock in soil with induce phosphorus retention. *Soil Sci. Soc. Ame. J.* 50:1605-1606.
- HRMST. 1980. Hand book on reference methods for soil testing. The Council on Soil Testing and Plant Analysis (rev ed.) University of Georgia, USA. Pp.69-73
- He Z. L., V. Baligar, D. Marteus, K. Ritchey and W. Kemper. 1996. Factor affecting phosphate rock dissolution in acid soil amended with liming materials and cellulose. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:1598-1595.
- Kanabo I.A. y R. J. Gilkes. 1987. The rol of soil pH in the dissolution of phosphate rock fertilizers. *Frt. Res.* 12:165-173
- León L. 1991. La experiencia del Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes en el uso de

- rocas fosfóricas en América Latina. Rev. Fac. Agron. Maracay. 17:49-66
- López de Rojas I., R. Mercado, A. Sánchez, L. Nieves y H. Wiendehofer. 1987. Efecto residual de la roca fosfórica en un Ultisol del Estado Cojedes a través de cuatro años de evaluación agronómica. *Agronomía Trop.* 47:185-201.
- Mackey A. D., J.K. Syers, R. W. Tilman and P. E. H. Gregg. 1986. A simple model to describe the dissolution of phosphate rock in soils. *Soil Sci. Soc. Am J.* 50:291-296
- Olsen S., C. Cole, F. Watanabe and L. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium-bicarbonate. *USDA Cir.* 939.
- Paslee D. E., C. A. Anderson, G. R. Burns and C. A. Black. 1962. Estimation of relative value of rock phosphate and superphosphate to plants and different soils *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26:556-570.
- Perez M. J., B. Trung y J. C. Fardeau. 1995. Solubilidad y eficiencia de algunas rocas fosfóricas Venezolanas (naturales y modificadas) mediante el uso de técnicas isotópicas. *Agronomía Trop.* 45:483-505.
- Ramirez R. 2005. Eficiencia del uso del fósforo de la roca fosfórica por cultivos de maíz. *INTERCIENCIA* 31:45-49.
- Ramirez R. and M. Lopez. 2000. Agronomic effectiveness of phosphate rock and super phosphate for aluminum-tolerant and non tolerant sorghum cultivars. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 31:1169-1178.
- Ramirez R., S. M. Fernandez and J. Lizaso. 2001. Changes of pH and available phosphorus and calcium in rhizosphere of aluminum tolerant maize germplasm fertilized with phosphate rock. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 32:1551-1565.
- Sukunya Y., A. Tasmee, S. D. Aminata y S. and Y. Russel. 2005. Predicting the dissolution of phosphate rocks in flooded acid sulfate soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69:2000-2011.
- Tennant D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. *J. Appl. Ecol.* 63:995-1001
- Thomas R. L., R. W. Shear and R. Moyer. 1967. Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using a single digestion. *Agronomy J.* 59:240-243.
- Walkley A. and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38.
- Wolf B. 1982. A comprehensive system of leaf analysis and its use for diagnosis crop nutrient status. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 13:1035-1059.
- Zoysa A. K. N., P. Loganathan y M. J. Hedley. 1998. Phosphate rock dissolution and transformation in the rhizosphere of tea (*Camelia chinensis* L.) compared with other plant species. *European J. Soil Sci.* 49:477-486

Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze bajo condiciones del piedemonte barinés, Venezuela

María Lugo-Soto^{1*}, Emerson Vibert², María Betancourt³, Ignacio González³ y Ana Orozco⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Ciudad Bolivia, estado Barinas, Venezuela. * Correo electrónico: mlugo@inia.gob.ve.

²Instituto Universitario Experimental de Tecnología y Agricultura “Simón Bolívar”. Ciudad Bolivia, estado Barinas, Venezuela.

³ INIA - Zulia, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

⁴ INIA. - Portuguesa. Araure, estado Portuguesa, Venezuela.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de dos alturas y tres edades de corte de *Cratylia argentea* (Desvaux.) O. Kuntze en la producción de biomasa y proteína bruta, se realizó un ensayo en la finca Mata de Junco, municipio Pedraza, estado Barinas. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial 2 x 3. Evaluándose las variables: materia seca (MS g planta⁻¹), número de rebrotes (NR), longitud del rebrote (LR), número de hojas por rebrote (NHR) y proteína bruta (PB). Encontrándose efecto significativo (P<0,05) para el factor altura de corte (AC), sólo en la variable NHR, y en el factor edad de corte (EC) hubo diferencias (P<0,05) en todas las variables evaluadas. La interacción AC x EC no mostró diferencias (P<0,05). La producción de MS, LR y NHR, incrementaron con la edad de la planta. Hasta la edad de 90 d observándose rendimientos promedios de MS de 29,46; 85,75 y 107,25 g planta⁻¹, respectivamente. El contenido de PB fue mayor a los 30 d con promedio de 21,90%. Se puede concluir que a los 90 d de edad, la planta mostró la mayor producción de biomasa (107,25 g planta⁻¹) y un buen contenido de proteína (19,48 %), lo cual puede considerarse aceptable para esta leguminosa.

Palabras clave: *Cratylia argentea*, edad de corte, altura de corte, materia seca, producción, proteína bruta.

Effect of the height and age-cut in the production of dry matter and gross protein of *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze under the piedemonte barinés conditions, in Venezuela

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of cutting height and three age cut of *Cratylia argentea* (Desvaux.) O. Kuntze on the biomass and crude protein production a test was carried out on the farm “Mata de Junco”, in the municipality of Pedraza, Barinas state. A completely randomized design was used with a 2 x 3 factorial arrangement. The variables evaluated: dry matter production (g plant⁻¹), number of leaves for regrowth (NHR), length of regrowth (LR), number of leaves and regrowth (NHR) of crude protein (PC). We found a significant factor in the cutting height, only in the variable number of regrowth, and the age cutoff was different (P <0,05) in all variables. The interaction AC x CE showed no differences (P <0,05). The production of dry matter, length of regrowth and number of leaves by regrowth increased with the age of the plant. After 90 days the dry matter average gain was 107,25; 48,17 and 10,42 respectively. The content of crude protein reached its highest value after 30 days with an average of 21,50%. One can conclude that after 90 days, the plant showed the highest increased production of biomass and a high protein content which is acceptable for this leguminous plant.

Keywords: *Cratylia argentea*, cutting height, age cut, dry matter production, crude protein

INTRODUCCIÓN

La utilización de árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como uno de los medios más eficaces para mejorar tanto la oferta como la calidad de forrajes en los pequeños sistemas ganaderos; especialmente durante la época de sequía. Su rendimiento en forraje es superior a las leguminosas herbáceas, toleran mejor el mal manejo, tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad. Estas características nutricionales y de producción, hacen de estas especies una alternativa forrajera para los sistemas de producción animal, y su inclusión significa un punto de partida en el reto de la ganadería tropical moderna.

Las leguminosas forrajeras deben presentar algunas características deseables, entre las que destacan rápido crecimiento, esto para poder ser sometidas al corte o al ramoneo de la biomasa aérea a fin de proporcionar parte del alimento para los animales en los sistemas agrosilvopastoriles, razón por la cual, un adecuado conocimiento de su manejo es fundamental para lograr mayores niveles y estabilidad en la producción de su biomasa (Hernández y Hernández, 2005).

En los trópicos existen numerosas leguminosas entre ellas se destaca *Cratylia argentea*. Esta especie es un arbusto nativo del Amazonas, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y Noroeste de Argentina, ha mostrado buena adaptación a un amplio rango de climas y suelos, en particular en suelos de los ordenes ultisol y oxisol, ácidos, pobres y con alto contenido de aluminio. Sin embargo, el mayor vigor de crecimiento de las plantas, se ha observado en condiciones de trópico húmedo, con suelos de fertilidad media a alta (Argel y Lascano, 1998), bajo

las cuales, producen buenos rendimientos de forraje bajo corte, debido a su sistema radical vigoroso. Esta leguminosa alcanza alturas de 1,5 a 3,0 m y crece en forma de lianas volubles, la planta se ramifica desde la base del tallo y se han encontrado hasta 11 ramas en plantas adultas (Maass, 1995). Contiene un alto valor de proteína bruta (PB; 13 -23%), la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) varía entre 40 – 55% (Lascano *et al.*, 2005).

Considerando los atributos mencionados y el potencial de adaptación de la especie en el piedemonte Barinas, el objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de biomasa y PB de *Cratylia argentea* (desv.) O. Kuntze, bajo diferentes alturas (AC) y edades de corte (EC), para determinar alternativas de manejo agronómico de esta importante especie forrajera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en la finca Mata de Junco ubicada en el municipio Pedraza, estado Barinas, Venezuela, entre las coordenadas UTM E: 329.968 N: 920.637, a una altura de 173 m.s.n.m. La zona está clasificada dentro de un bosque húmedo tropical con una precipitación, temperatura y humedad relativa anual de 1963,1; 26,75 °C y 66,67%, (INIA-Barinas, 2006). El suelo es de textura franco-arenoso con pH 4,30 con valores de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y MO de 2,17; 20 y 80 ppm y 1,09 %, respectivamente. En el Cuadro 1 se muestran algunos indicadores climáticos durante el período experimental.

Cuadro 1. Variables climáticas durante el período experimental.

Año	Mes	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa (%)
2006	Octubre	331,2 ± 19,4	27,2 ± 0,8	65,0 ± 7,0
	Noviembre	169,9 ± 17,1	27,1 ± 0,8	66,1 ± 7,0
	Diciembre	13,3 ± 1,2	26,5 ± 0,7	71,0 ± 0,8
2007	Enero	3,5 ± 12,3	26,3 ± 1,0	85,0 ± 2,0

Fuente: INIA-Barinas.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado en arreglo de tratamiento factorial 2 x 3 con 3 repeticiones. Se evaluaron los factores: AC con 2 niveles 50 cm, 70 cm, EC con 3 niveles: 30, 60 y 90 d, originándose 6 tratamientos.

Manejo del experimento

Para la siembra se utilizó semilla botánica, la cual fue proporcionada por el INIA-Anzoátegui. Las plantas se desarrollaron bajo condiciones de vivero, en bolsas de polietileno de 2 kg, con un sustrato de 70% de tierra negra y 30% de arena de río. Se colocaron 2 semillas por bolsa, posteriormente se realizó un entresaque a las 4 semanas después de germinada y dejándose la plántula de mayor vigor; las plantas permanecieron en vivero durante 12 semanas.

El trasplante se realizó a finales del mes de noviembre 2005, las plantas se sembraron directamente sin preparación del suelo a inicio del período seco, debido a esta situación se regaron diariamente hasta el inicio del próximo período de lluvia. El área total fue de 482 m², conformada por 3 parcelas o repeticiones de 100,8 m² cada una y con una separación entre parcelas de 5 m. Las plantas se sembraron a una distancia de 1,4 x 1,4 conformadas por 5 hileras de plantas para un total de 55 plantas por parcela y una densidad de 5.102 plantas ha⁻¹. Todas las parcelas se fertilizaron con 22 kg/ha P, 41,5 kg K. En mayo 2006, cuando las plantas alcanzaron 1 m de altura se les realizó un corte de uniformización a 50 cm del suelo que según Franco (2006), el propósito es estimular el rebrote y evitar que la planta adquiriese hábito trepador.⁵

En octubre de 2006 se inició el ensayo, seleccionándose 24 plantas de las 3 hileras centrales, dejando de bordura dos hilos, así como la primera y la última planta. Ejecutándose los cortes a 50 y 70 cm de altura y la cosecha del follaje se efectuó 30 d después de aplicado los tratamientos, se cosecharon 4 plantas para cada uno de los tratamientos, realizándose 2 cosechas para los 30 d y una para 60 y 90 d respectivamente.

El material cosechado incluyó hojas con pecíolos y partes verdes de tallos que constituye la porción

de la planta que los animales consumen durante el pastoreo. Evaluándose las variables: Producción de materia seca (MS) por planta, según AOAC (1990). El Número de rebrotes (NR): todos aquellos que emergieron después del corte. Longitud del rebrote (LR): se tomó desde el punto de emergencia del rebrote hasta el ápice. Número de hojas por rebrote (NHR): todas las hojas totalmente abiertas presentes en el rebrote y proteína bruta (PB): la muestra fue enviada al Laboratorio de Suelo y Planta de INIA-Guárico para la determinación de la PB.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y se empleó el programa estadístico Infostat® (2004). Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de materia seca (MS)

La producción de MS de *Cratylia argentea* se incrementó ($P < 0,05$) con la factor EC, pero no con el factor AC y la interacción AC x EC (Cuadro 2). El mayor valor de MS se obtuvo a los 90 d (107,25 g MS planta⁻¹), comportándose estadísticamente similar a los 60 d (85,75 g MS planta⁻¹). Se observó un incremento en la producción de forraje de las plantas de *Cratylia* con la edad del cultivo, resultados similares fueron obtenidos por Lobo y Acuña (2001), Enríquez *et al.*, (2003) y Santana y Medina (2005) al evaluar esta especie bajo condiciones de trópico subhúmedo. Investigaciones de producción de forraje en especies como *Leucaena leucocephala* (Francisco *et al.*, 1998) y *Gliricidia sepium* (Araque *et al.*, 2002; 2006), muestran un comportamiento similar al registrado con *Cratylia*. El incremento en producción de MS en *Cratylia* fue de 291% y 364% al comparar las EC de 60 y 90 d, con respecto a los 30 d.

Los promedios de MS se encuentran por debajo de los reportados por Argel y Lascano (1998) y Santana y Medina (2005) quienes obtuvieron promedios de 297 g MS planta⁻¹ a los 84 d (13.000 plantas ha⁻¹) y 120 g MS planta⁻¹ (10.000 plantas ha⁻¹) respectivamente y superiores a los encontrados por Enríquez *et al.*, (2003) quienes encuentran promedios 50,5 y 91,16 g MS planta⁻¹ (6666 plantas ha⁻¹) para 60 y 90 d respectivamente durante el período de evaluación.

⁵ Horacio Luis Franco. CIAT, 2006. Comunicación Personal

Cuadro 2. Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca (g planta⁻¹) de *Cratylia argentea*.

Altura de Corte (cm)	Edad de Corte (días)		
	30	60	90
50	30,58	99,83	100,75
70	28,33	71,67	113,75
Promedio	29,46 b+	85,75 a	107,25 a

Error estándar de la media: 8,50

+ Medias con letras diferentes en una misma fila presentan diferencias significativas (P<0,05).

Por su parte, Santana y Medina (2005) obtuvieron para la época de sequía (febrero) que no fue objetivo del trabajo promedios de 2,4, 2,02 y 10,8 g MS planta⁻¹ para 45, 60 y 90 d.

Al respecto Stür *et al.* (1994) mencionan que los árboles durante las primeras semanas después del corte, entran en una etapa de lenta recuperación (producción), causada principalmente por la limitada cantidad de carbohidratos, hasta que la planta logra tener rebrotes con hojas nuevas, capaces de realizar la suficiente fotosíntesis como para ayudar a la planta a una etapa de rápida recuperación y producción.

Son muchos los factores que influyen en la producción de biomasa, entre ellos tenemos: la fertilidad del suelo, densidad de siembra, edad de la planta al primer corte (Argel y Lascano, 1998), AC, frecuencia de corte y época del año (Stür *et al.*, 1994). En esta investigación los resultados pudieran estar influenciados por el período de establecimiento del cultivo, Ella *et al.* (1991) señalan un efecto positivo de un largo período de establecimiento y que este fue más pronunciado para leucaena y *G. sepium* que para *C. calothyrsus*. Indican también que los árboles viejos rindieron más que los jóvenes en el primer corte y el incremento de su crecimiento estuvo relacionado con las mayores reservas de carbohidratos en su tronco y presumiblemente con su profuso sistema radical. Otro factor pudo haber sido la época del año, ya que el trabajo se realizó a inicio del período seco, Stür *et al.* (1994) resalta que los cortes al inicio o durante los períodos secos pueden provocar un agotamiento de las reservas, y por lo tanto, el crecimiento, así como el reemplazo de reservas, se

pueden restringir por efecto de la disponibilidad de agua.

Al considerar el efecto de la AC en la producción de MS, los resultados muestran que a mayor AC menor fueron los valores obtenidos, lo cual coinciden con los obtenidos por Lobo y Acuña (2001) al evaluar el efecto de la edad de rebrote y la AC en la producción de *Cratylia argentea* en el trópico subhúmedo de Costa Rica, así como Noda *et al.* (2007) al estudiar el efecto de dos frecuencias y AC en la producción de biomasa de morera (*Morus alba* Linn.), y Gómez y Murgueitio (1991) al evaluar el efecto de la AC en la producción de biomasa de nacedero (*Trichantera gigantea*). Los últimos autores atribuyen este comportamiento a que los árboles cortados a 1 m habían perdido puntos de rebrote, comportándose como árboles cortados a 0,6 m.

Número de rebrotes (NR)

Hernández y Hernández (2005) consideran que los rebrotes de los árboles forrajeros dependen de: la disponibilidad de tejidos meristemáticos activos (yemas), la cantidad y capacidad fotosintética de área foliar residual y de la movilización de los carbohidratos disponibles y otras reservas del material de la planta que quedan después del corte.

Los promedios de NR fueron de 11,31 y 8,11 para 50 y 70 cm respectivamente y de 12,42; 9,08 y 7,63 para los 30, 60 y 90 d, de acuerdo al análisis de varianza se detectaron diferencias (P<0,05) para el factor EC y para la AC, no así para la interacción AC x EC (Cuadro 3). Los resultados coinciden con los de Santana y Medina (2005) quienes obtuvieron rangos

entre 9,3 y 13,1 en una producción acumulada y con Lobo y Acuña (2001) con valores de 13, 3 y 14,6 y superiores a los de Rodríguez y Guevara (2002), quienes registraron rangos para el período seco entre 4,0 a 5,3 NR/planta.

Por otra parte, Lascano *et al.* (2005) señalan que *C. argentea* tiene una elevada capacidad de rebrote bajo condiciones de corte, tanto en la época lluviosa como en la de mínima precipitación, se han encontrado hasta 11 ramas en plantas adultas (Maass, 1995).

Al respecto Enrique *et al.* (2003) acota que los tallos basales (rebotes), es una característica de la planta, que puede tener importancia desde el punto de vista de supervivencia de la misma ya que el crecimiento y rendimiento de biomasa no depende de un solo tallo, sino del número total de tallos por planta; prácticamente puede considerarse este atributo como un tipo de amacollamiento de la planta.

En la presente investigación, se encontró una disminución de los rebotes con la edad del cultivo, valores que difieren de Enrique *et al.* (2003), Lobo y Acuña (2001) y Santana y Medina (2005), quienes a mayor EC, obtuvieron mayor NR. También se encontró una correlación positiva baja entre la MS y NR ($r=0,29$) mientras que Rodríguez y Guevara (2002) encontraron una correlación positiva alta entre producción de MS foliar y NR ($r=0,84$). Estos resultados pudiera estar relacionado con el hecho que el material donado por el INIA-Anzoátegui fue un pool de todas las accesiones que se tienen en el banco

de germoplasma, donde están mezcladas accesiones como la CIAT 18673, la cual se ubicó según (Rodríguez y Guevara, 2002) entre las de mayor NR emitidos después del corte y fue la de menor producción de MS; así como la CIAT 18667, que tuvo la mayor producción de MS y la menor emisión de rebotes.

Longitud del rebrote

En el Cuadro 4, se presenta la longitud de rebotes de *Cratylia*. Según el análisis de varianza se detectó diferencias significativas ($P<0,05$) para EC y no así para AC e interacción AC x EC. Los promedios encontrados fueron 20,80; 34,92 y 48,17 cm para 30, 60 y 90 d respectivamente, inferiores a los reportados por Santana y Medina (2005), quienes encontraron valores entre 52,8; 81,7 y 108,3 cm para edad de 45, 60 y 90 d. Se pudo constatar que la *Cratylia* mostró un comportamiento similar a otras leguminosas forrajeras arbóreas de acuerdo a las investigaciones realizadas por Araque *et al.* (2002) quienes evaluaron *Gliricidia sepium* y encontraron una mayor longitud con la edad del cultivo y los mayores valores ($P<0,05$) en el segundo trimestre del año, relacionándolo posiblemente a la mayor disponibilidad de nutrientes y cantidad de agua.

Número de hojas por rebrote

En el Cuadro 5, se muestra el efecto de la EC, AC e interacción AC x EC en el NR. Según el análisis de varianza, sólo hubo efectos significativos para el

Cuadro 3. Efecto de la altura y edad de corte en el número de rebrote (NR) de *Cratylia argentea*.

Altura de Corte (cm)	Edad de Corte (días)			Promedio
	30	60	90	
50	14,25	10,91	8,75	11,31 a*
70	10,58	7,25	6,50	8,11 b
Promedio	12,42 a+	9,08 ab	7,63 b	

Error estándar de la media: 0,69

* Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P<0,05$).

+ Medias con letras diferentes en una misma fila presentan diferencias significativas ($P<0,05$).

Cuadro 4. Efecto de la altura y edad de corte en la longitud de rebrote de *Cratylia argentea*.

Altura de Corte (cm)	Edad de Corte (días)		
	30	60	90
50	20,33	36,08	45,42
70	21,25	33,75	50,92
Promedio	20,80 c+	34,92 b	48,17 a
Error estándar de la media: 2,39			

+ Medias con letras diferentes en una misma fila presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

factor EC, observándose un incremento del número de hojas con la edad de la planta. El mejor resultado se obtuvo a los 90 d con 10,42. Aunque son escasos los trabajos que refieren información de esta variable, Enríquez *et al.* (2003) al evaluar 3 densidades de siembra (6.666, 10.000 y 20.000 plantas ha⁻¹) y 3 edades de corte (60, 90 y 120) d en el sur de Veracruz, México, estimaron que el mayor porcentaje de hoja fue a menor edad y menor densidad.

Proteína bruta (PB)

Según el análisis de varianza se encontró diferencias ($P < 0,05$) sólo para la EC (Cuadro 6). Los valores de PB disminuyeron con la EC, obteniéndose promedios de 21,50; 18,37 y 19,48% para los 30, 60 y 90 d respectivamente. Cuando se realizan cortes tempranos se obtiene menor cantidad de MS y mayor cantidad de proteína, cuando los cortes son tardíos la MS es mayor y la calidad nutricional se reduce ligeramente (Gómez *et al.*, 1997; Mendoza-Castillo *et al.*, 2000; Araque *et al.*, 2002; Francisco, 2004; Sánchez *et al.*, 2007).

Los contenidos de PB alcanzados en esta evaluación son aceptables, si se comparan con los reportados por Argel y Lascano (1998), quienes al evaluar follaje comestible (hojas + tallos finos) de *C. argentea* (3 meses de rebrote) obtuvieron un contenido de PB (23,5%), Santana y Medina (2005) señalan valores entre 19,1 y 20,0% de PB, por su parte Lobo y Acuña (2001) reportan valores de 17,4%.

Los valores de proteína muestran una disminución de 14,58 y 9,39% para los 60 y 90 d respectivamente. Sánchez *et al.* (2007), al evaluar la evolución comparada de la composición química con la EC en las especies *Leucaena leucocephala* y *L. trichodes* encontraron una rápida y acelerada caída de los valores de PB. En el caso de *L. trichodes*, evidenciaron entre los 80 y 120 d de edad valores de 25,6 y 22,4%, respectivamente, mientras que para *L. leucocephala* señalan promedios de 24,4% (60) y 20,7% (120).

CONCLUSIONES

- La EC influyó significativamente en las variables producción de MS, LR, NHR y PB de *Cratylia argentea*.
- La altura de corte sólo tuvo efecto en el NR.
- La mayor producción de biomasa se obtuvo a los 90 d y el mayor valor de proteína a los 30 d. No obstante, se considera que con la alternativa de cosecha a los 90 d, dando como resultado una buena producción de forraje y valores de proteína aceptables.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de frecuencia de corte para lograr estabilizar la edad adecuada del cultivo, que permite la sostenibilidad de la especie en el sistema silvopastoril.
- Evaluar la digestibilidad *in vitro* y degradabilidad ruminal de la especie.

Cuadro 5. Efecto de la altura y edad de corte en el número de hojas por rebrote de *Cratylia argentea*.

Altura de Corte (cm)	Edad de Corte (días)		
	30	60	90
50	3,50	7,25	9,92
70	3,42	7,08	10,92
Promedio	3,46 c+	7,17 b	10,42 a

Error estándar de la media: 0,51

+ Medias con letras diferentes en una misma fila presentan diferencias significativas (P<0,05).

Cuadro 6. Efecto de la altura y edad de corte en el contenido de proteína bruta (PB) de *Cratylia argentea*.

Altura de Corte (cm)	Edad de Corte (días)		
	30	60	90
50	23,27	19,39	19,54
70	20,53	17,35	19,42
Promedio	21,90 a+	18,37 b	19,48 b

Error estándar de la media: 0,55

+ Medias con letras diferentes en una misma fila presentan diferencias significativas (P<0,05).

LITERATURA CITADA

- Association of Official Agricultural Chemists Arlington. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington D.C. 684p
- Araque, C., G. Arrieta., A. Sánchez y E. Sandoval. 2002. Efecto de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales. *Zootecnia Trop.*, 20(2):191-203.
- Araque, C., T. Quijada., R. D'Aubeterre., L. Páez., A. Sánchez y F. Espinoza. 2006. Bromatología del matarratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 24(4):393-399.
- Argel. P. y C. Lascano. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Pasturas Tropicales.*, 20(1):37-43.
- Ella, A., G. J. Blair and E.W. Stur. 1991. Effect of age forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. *Trop. Grasslands.*, 25:275-280.
- Enriquez, J., A. Hernández., J. Pérez., A. Quero y J. Moreno. 2003. Densidad de siembra y frecuencia de corte en el rendimiento de *Cratylia argentea* (desvaux) O. Kuntze en el sur de Veracruz. *Tec Pec Méx.*, 41(1):75-84.
- Francisco, A. 2004. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la calidad de la biomasa de *Albizia lebeck*. *Pastos y Forrajes.*, 27(1):45-49.

- Francisco, A., L. Simón y M. Soca. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. Pastos y Forrajes., 21:337-343
- Gómez, M.E y E. Murgueitio. 1991. Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichantera gigantea*). Livest. Res. Rural Dev., 3(3): <http://www.cipav.org.co>
- Gómez, M., E. Murgueitío, H. Molina, H. Molina, E. Molina y J. Molina. 1997. Mataratón (*Gliricidia sepium*). **In:** Gómez, M., L. Rodríguez, E. Murgueitio, C. Ríos, M. Rosales, C. Molina, C. Molina, E. Molina y J. Molina (Eds.) Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. pp 13-67.
- Hernández, M e I. Hernández. 2005. Utilización de arbóreas como abono verde y manejo de la defoliación en sistemas de corte y acarreo **In:** Leonel Simón Guelmes (Editor). El silvopastoreo un nuevo concepto de pastizal. Editorial Universitaria, Guatemala. pp 109-130.
- Infostat. 2004. Infostat Versión 2004 Grupo Infostat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2006. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Barinas. Estación Meteorológica del Campo Experimental Ciudad Bolívia.
- Lascano, C., A. Rincón., C. Plazas., P. Avila., G. Bueno y P. Argel. 2005. Cultivar Veranera (*Cratylia argentea* (Delvaux) o Kuntze). Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 24 p.
- Lobo, M y V. Acuña. 2001. Efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre la producción de *Cratylia argentea* en el trópico subhúmedo de Costa Rica. **In:** Holmann, F y Lascano, C (eds). Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Consorcio Tropileche e International Livestock Research Institute. Colombia. pp 35-38.
- Maass, B.L. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze en Colombia. **In:** Pizarro, E.A. y Coradin, L. (Eds.). Potencial de *Cratylia* como leguminosa forrajera. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias del taller sobre *Cratylia*, 19-20 Julio 1995, Brasilia, Brasil. pp. 62-74.
- Mendoza-Castillo, M., G. S Tzec-Sima y F. Solorio-Sánchez. 2000. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol "Ramón" (*Brosimum alicastrum* Swartz). Livest. Res. Rural Dev., 12(4): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/mend124.htm>
- Noda, Y., G. Martín., R. Machado., D. E. García y M. G. Medina G. 2007. Efecto de dos frecuencias y alturas de corte en la producción de biomasa de morera (*Morus alba* Linn.). Zootecnia Trop., 25(4): 261-268.
- Rodríguez, I y E. Guevara. 2002. Producción de materia seca y valor nutritivo de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* en el sur del estado Anzoátegui, Venezuela. Revista Científica LUZ-FCV. XII. Suplemento 2:589-594.
- Sánchez, A., González Cano, J y Faria-Mármol, J. 2007. Evolución comparada de la composición química con la edad al corte en las especies *Leucaena leucocephala* y *L. trichodes*. Zootecnia Trop., 25(3): 233-236.
- Santana, M. O y M. Medina S. 2005. Producción de materia seca y calidad forrajera de *Cratylia argentea* (desv) O. Kuntze bajo tres alturas y edades de corte en bosque húmedo tropical. Livest. Res. for Rural Dev., 17(10): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/10/sant17116.htm>
- Stür, W.W., HM. Shelton and R.C. Gutteridge. 1994. Defoliation Management of Forage Tree Legumes. En Gutteridge R.C and Shelton H.M (Eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International, UK.

Consumo de heno y producción de leche en vacas doble propósito suplementadas con bloques multinutricionales

Ana María Herrera^{1*}, Nelson Martínez², Pablo Herrera³, Omar Colmenares⁴
y Beatriz Birbe³

¹ Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación. San Cristóbal, Venezuela. *Correo electrónico: anamariaherreraangulo@yahoo.com

² Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal. Maracay, Venezuela.

³ Universidad Simón Rodríguez, Estación Experimental "La Iguana", Valle de la Pascua, Venezuela.

⁴ Universidad Rómulo Gallegos, Facultad de Ingeniería Agronómica, Dpto. de Producción Animal. San Juan de los Morros, Venezuela.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de suplementación con bloques multinutricionales (BM), sobre el consumo de heno (CH), producción de leche vendible (PLV), consumida por el becerro (PLCB) y total (PLT), para ello, fueron seleccionadas 20 vacas doble propósito con cría al pie de 1 a 2 partos, en la zona de colinas de los llanos centrales de Venezuela durante 90 d (60 d de suplementación y 30 d adicionales de evaluación). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 2 grupos (n=10 cada uno): Grupo control (GC): dieta basal *ad libitum* y Grupo experimental (GE): dieta basal *ad libitum* y BM. Como dieta basal, los animales pastorearon potreros establecidos con *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria arrecta* y *Dichanthium aristatum*, además consumieron heno molido de *Cynodon nlemfuensis* y restos de cosecha de *Sorghum bicolor*. La composición química del BM fue: 29,6% proteína cruda, 2,1% extracto etéreo, 16,9% FDN, 9,9% calcio y 2,5% fósforo. El consumo promedio del BM fue 67,92±21,41 g.100 kg⁻¹ de peso vivo (PV). Se observaron diferencias altamente significativas (P<0,01) en el CH durante el ensayo a favor del GE (GE= 457,55±216,45 y GC= 213,82±81,12 g.100 kg⁻¹). La PLCB presentó diferencias (P<0,05), siendo 1,17±0,34 y 0,75±0,36 kg para el GE y GC respectivamente; la PLV y PLT no presentaron diferencias entre tratamientos (P>0,05). La suplementación con BM favoreció el mejoramiento del ambiente ruminal en vacas, generando mayor consumo de dieta basal y mejor aprovechamiento del material fibroso disponible, así como tendencia al aumento en producción de leche (PL) en animales suplementados con BM bajo las condiciones dadas, la cual se evidenció en la fracción consumida por el becerro.

Palabras clave: vacas doble propósito, bloques multinutricionales, producción de leche.

Hay intake and milk production in dual purpose cows supplemented with multinutritional blocks

ABSTRACT

To evaluate the effect of the supplementation with multinutritional blocks (MB) on milk production, 20 dual purpose cows were used with breeding and 1 or 2 calving, in hilly area of the central plains of Venezuela. The experiment was carried with duration of 60 days of supplementation and 30 additional days of evaluation. A completely randomized design was used, with two groups: Control group (CG) (n=10): animals with *ad libitum* basal diet and Experimental group (EG) (n=10): animals with diet basal *ad libitum* plus MB. Sold milk and consumed by the calf were measured, and used to estimate total milk. As basal diet these animals were in paddocks with species like *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria arrecta*

and *Dichanthium aristatum*, and consumed milled hay of *Cynodon nlemfuensis* and crop residues of *Sorghum bicolor* in corrals. The chemical composition of the MB was: 29,6% of crude protein, 2,1% of ethereal extract, 16,9% of DNF, 9,9% of calcium and 2,5% of phosphorus. The average of MB intake was $67,92 \pm 21,41$ g.100 kg⁻¹ live weight. The effect of treatment was significant in the milk consumed by the calf ($P < 0,01$), with EG = $1,17 \pm 0,34$ and CG = $0,75 \pm 0,36$ kg; sold and total milk did not show significant differences between treatments ($P > 0,05$). A tendency exists to the increase in the milk production in supplemented cows with multinutritional blocks in these conditions, evidenced in the consumption of milk by the calf.

Keywords: dual purpose cows, multinutritional blocks, milk production.

INTRODUCCIÓN

El rebaño vacuno venezolano se caracteriza por presentar un comportamiento productivo deficiente, como consecuencia de las múltiples limitantes tecnológicas; de tal manera, que los bajos índices obtenidos en tales rebaños, se atribuyen a diversos factores (Montilla y Colina, 1998), siendo la nutrición uno de los factores que más afecta la productividad animal.

En la zona de colina de los Llanos Centrales, el sistema de producción doble propósito, se caracteriza por el bajo rendimiento productivo, determinado por la fuerte estacionalidad climática (Picolli, 1991), baja disponibilidad de materia seca (MS) y el bajo valor nutritivo del forraje (Fuentes *et al.*, 2002).

Antes tales características, se plantea la necesidad de ampliar el conocimiento en cuanto al uso de la suplementación estratégica, haciendo uso de recursos alimenticios locales no tradicionales, en rebaños de doble propósito pastoreando dieta basal de baja calidad, y además su interacción con factores de índole climática.

Por lo anterior, la presente investigación evaluará el comportamiento productivo en vacas doble propósito durante el período postparto en la transición seco-lluviosa suplementadas con bloques multinutricionales (BM).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Unidad de Producción "Pozote" ubicada en el municipio Zaraza, en la Región Nor-Oriental del estado Guárico, con latitud Norte y longitud Oeste de $9^{\circ}20'15,38''$ y $65^{\circ}18'59,76''$ respectivamente.

La temperatura media anual de la zona oscila entre 23 y 33°C y la precipitación promedio anual se encuentra entre los 1436,8 mm. (FAV, 2007), siendo su distribución para el ensayo en los meses de mayo, junio, julio y agosto 54,5; 82,9; 219,0 y 223,0 mm, respectivamente (MARNR, 2001).

El diseño utilizado fue completamente aleatorizado, seleccionando 20 vacas mestizas (*Bos indicus*-*Bos Taurus*, con predominancia *Bos indicus*), de 1 a 2 partos, con promedios de peso vivo (PV), días de lactancia (DL) y condición corporal (CC) inicial de 381,62 kg, 90 d y 2,38 respectivamente (no preñadas). Los animales escogidos se asignaron al azar en 2 grupos experimentales de 10 vacas cada uno, grupo control (GC) y grupo experimental (GE), como función del PV inicial, CC y número de partos. Al GC se le suministró dieta basal *ad libitum* y al GE dieta basal *ad libitum* + suplementación con BM *ad libitum* ofrecido en corral.

La dieta basal de ambos grupos consistió en pastoreo *ad libitum* en potreros establecidos con *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria arrecta* y *Dichanthium aristatum*.

El ensayo se realizó durante los meses mayo-agosto, con una duración de 13 semanas. Las primeras 9 semanas correspondieron al período experimental; y en las 4 semanas siguientes, bajo el manejo alimenticio tradicional de la finca.

El ordeño se realizó manualmente una vez al día (4:30 am) con apoyo del becerro, quien permaneció con la vaca aproximadamente media h post-ordeño para su respectivo amamantamiento con leche residual.

Posterior al ordeño, cada grupo fue ubicado en sus respectivos corrales, ofreciendo pacas de heno

(complemento de la dieta basal), provenientes de distintos materiales fibrosos disponibles (restos de cosecha de *Sorghum bicolor* y *Cynodon nlemfuensis*), previamente picado, tratando de garantizar una oferta fibrosa por vaca comprendida entre los 7-8 kg MS.d⁻¹.

Al GE se le suministro el BM postordeño (5 h.d⁻¹), elaborado en finca con recursos locales, tomando en cuenta los requerimientos del animal (PV y producción de leche (PL) promedio; NRC, 2001), y el aporte de nutrientes de los recursos utilizados, tanto locales como comerciales (15% harina de maíz, 8% fruto de samán, 6% semilla de algodón, 10% urea, 30% melaza, 15% mineral, 4% fosfato diamónico, 2% heno y 10% cal); por un período de 60 d en corral.

Posteriormente fueron llevados a potrero(s) asignado(s) hasta las 18:00 h, a partir de la cual fueron confinados en sus corrales respectivos (GE sin BM).

Para los análisis de pastos, tanto químicos como botánicos, se realizaron muestreos aleatorios destructivos cada 28 d entre mayo-julio, empleando el método de la cuadrícula (Paladines, 1992), con área total de 0,375 m². Las muestras se secaron en estufa a 60°C hasta llegar a peso constante, obteniendo el peso seco del material para la determinación de la disponibilidad total de MS por unidad de superficie. Se tomaron sub-muestras para la separación de material verde (Mv) y material seco (Ms; material senescente e inflorescencia). A partir del Mv se separó fracción hoja de tallo. Se determinó peso seco de cada fracción, y se expresaron como porcentajes de la muestra total tanto para relación verde/seco como relación hoja/tallo (Chacón y Stobbs, 1977).

La composición química del BM, heno y pasto se determinaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Central de Venezuela considerando las metodologías respectivas: proteína cruda (PC), cenizas, extracto etéreo (EE; A.O.A.C., 1965), fibra detergente neutra (FDN; Goering y Van Soest, 1970), calcio (Ca; Fick *et al.*, 1979) y fósforo (P; Harris y Popat, 1954).

Para el control del consumo de heno (CH) y BM, la oferta de suplemento fue pesada cada 7 d, al momento del ingreso del grupo correspondiente al corral y a la salida a los potreros (rechazo), utilizando una pesa de reloj de 10 kg con 0,05 kg de precisión, obteniendo por diferencia el consumo diario del lote, estimando así, el consumo diario por cada 100 kg de PV.

Para la variable PL, se midieron las fracciones: vendible (PLV), consumida por el becerro (PLCB) y total (PLT).

La PLV, se determinó por medio de pesajes semanales, utilizando una pesa de reloj de 10 kg con 0,05 kg de precisión, del producto del ordeño manual con apoyo del becerro para cada vaca en ambos grupos.

La PLCB, se determinó semanalmente por el doble pesaje de los mismos, es decir, antes y después del amamantamiento. Igualmente, fue garantizado un período de amamantamiento de aproximadamente 30 minutos. Para el doble pesaje se utilizó una pesa de reloj de 100 kg con 0,1 kg de precisión. La PLT, fue determinado por la sumatoria de PLV y PLCB.

Para el consumo de BM, se realizó un análisis descriptivo de media aritmética y desviación estándar para el período de suplementación.

El CH durante el ensayo, fue analizado siguiendo un diseño completamente aleatorizado bajo un modelo lineal simple descrito en la ecuación a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij};$$

Donde, $i = 1$ y 2 (GC y GE respectivamente).

Las variables productivas (GDPV, GDPB, CC, PLV, PLCB y PLT), fueron analizadas por un modelo estadístico para un diseño completamente al azar en parcelas divididas en el tiempo bajo la ecuación (Rodríguez del Ángel, 2000),

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \delta_{ijk};$$

Donde la parcela principal (α_j) es cada uno de los tratamientos y la parcela secundaria (β_k) los distintos muestreos en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dieta basal

La oferta del forraje no fue limitante en el transcurso del ensayo. El valor de biomasa obtenido en el primer muestreo (1019,2 ± 1192,5 kg ha⁻¹), es menor al reportado por Minson (1990), de 2.000 kg MS.ha⁻¹. No obstante, se garantizó recurso fibroso adicional para tratar de cubrir los 7-8 kg MS por animal de consumo de dieta basal, que corresponde al requerimiento de MS de vacas a pastoreo, contempladas en el ensayo. En los muestreos sucesivos, se observó una oferta superior a los 2.000 kg MS.ha⁻¹ (Cuadro 1), lo cual no

compromete el consumo a potrero y en consecuencia la respuesta productiva del rebaño.

En relación a la composición química del pasto, los valores de proteína y FDN fueron incrementando en el tiempo; no así para Ca y P. Para el caso del heno la composición química fue de mediana a baja calidad. Su valor nutritivo se presenta en el Cuadro 1.

Composición química del bloque multinutricional.

La composición química del BM se observa en el Cuadro 1, con valores de proteína cruda de 29,59%. Resultados similares a los registrados por Domínguez (1994), con 26,97%. Otros autores reportan valores superiores, tal como lo señala Santaella (2001) con 41%.

Por otro lado, el aporte mineral correspondió a 9,94% de Ca y 2,52% de P, para una relación Ca:P de 4:1. Encontrándose dentro del rango de aceptación de los rumiantes sin que afecte la eficiencia de utilización del alimento (1:1 a 7:1) (Wise, *et al.*, 1963). Valores similares fueron observados por Santaella (2001), con 9,29 y 2,10% de Ca y P, respectivamente. Por su parte, Martínez *et al.* (1996), reportaron valores de Ca y P de 5,86 y 0,56% para época seca y 9,17 y 1,09% para época de lluvia en dos experimentos realizados en zona de colinas de Venezuela.

Composición química del heno.

En el Cuadro 1 se observa la composición química del heno ofrecido con valores de PC y Ca (5,24 y 0,39%), superiores a los obtenidos en el primer muestreo del forraje en potrero (4,57 y 0,23%). Estos valores pasaron a ser inferiores en comparación a los muestreos subsiguientes de los potreros. En el caso

del P, el valor obtenido de 0,07% es considerado muy bajo o de pobre calidad (Mc Dowell *et al.*, 1997).

Consumo de BM

El consumo estimado promedio de BM fue de $268,9 \pm 54,0$ g.grupo⁻¹.d⁻¹, con un consumo inicial de 170 g.grupo⁻¹.d⁻¹, un consumo máximo de 330 g.grupo⁻¹.d⁻¹ (en la tercera semana), y un consumo final de 230 g.grupo⁻¹.d⁻¹. El consumo diario para el GE, representó, expresado en g.100 kg⁻¹ de PV, un promedio de 67,92 g de BM (Figura 1).

Diversos factores inciden en el consumo de BM, entre ellos, se considera que los de mayor importancia bajo condiciones de pastoreo son: la consistencia del BM, el contenido de urea, el período de oferta del bloque, número y distribución de los comederos y valor nutritivo de la dieta base (Sansoucy, 1989; Habib *et al.*, 1991; Combellas, 1994 y Herrera *et al.*, 2007).

El valor nutritivo del forraje (Cuadro 1), así como la composición botánica del mismo (Cuadro 2), fueron mejorando en el tiempo paralelamente al aumento en la precipitación, lo cual pudo estar relacionado con la disminución del consumo de BM. Adicionalmente se debe considerar que la oferta de BM se mantuvo restringida (5 h.d⁻¹) durante todo el período de ensayo.

Consumo de heno.

Los consumos promedios de heno por tratamiento, fueron $213,82 \pm 81,12$ g.100 kg⁻¹ y $457,55 \pm 216,45$ g.100 kg⁻¹ para el GC y GE respectivamente, siendo altamente significativos con $P < 0,01$.

Cuadro 1. Valor nutritivo del pasto, heno y BM.

Muestra	Ceniza	PC	EE	FDN	Ca	P
Pasto _(Mayo)	11,31	4,57	1,48	*	0,23	0,24
Pasto _(Junio)	10,33	7,44	0,68	70,79	0,23	0,25
Pasto _(Julio)	7,31	6,81	1,21	77,76	0,23	0,14
Heno	12,46	5,24	1,03	66,89	0,39	0,07
BM	34,28	29,59	2,11	16,94	9,94	2,52

(*) La muestra no fue suficiente para el análisis respectivo.

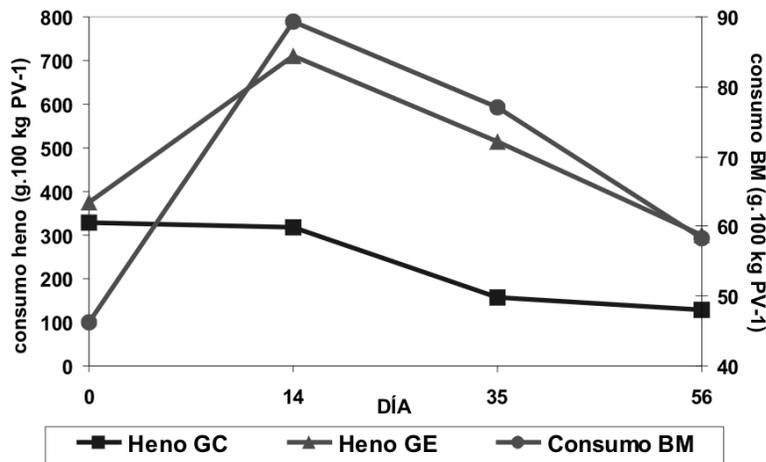


Figura 1. Consumo estimado de heno y BM durante el ensayo para el GC y GE según corresponda.

Cuadro 2. Composición botánica de la dieta basal en potreros experimentales.

	MES		
	Mayo	Junio	Julio
Relación Hoja/Tallo	0,8337	1,0562	1,9267
Relación Verde/Seco	0,6392 b	1,6788 ab	4,4937 a

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).

Al inicio del ensayo, ambos grupos presentaron un consumo similar (P>0,05). En la Figura 1 se observa este comportamiento, así como el aumento del consumo del grupo suplementado hasta la semana 3, lo cual coincide con el consumo máximo de BM (726,3 y 93,8 g.100 kg⁻¹ para CH y BM respectivamente en el GE).

Esto corrobora lo descrito por Sansoucy *et al.* (1986), quien menciona que uno de los efectos del uso constante de BM es el incremento en el consumo de la dieta basal acompañado de un mejoramiento en la digestibilidad del forraje para una mejor utilización de nutrientes.

Es posible inferir, que el consumo de la dieta basal (pastoreo+heno en corral) fue superior durante las tres primeras semanas, cuando el consumo de BM

fue en ascenso y la calidad de pasto era más baja. Posteriormente, el aumento en la calidad forrajera invirtió esta situación, y tanto el consumo de BM para el grupo suplementado, como el CH para ambos grupos, disminuyeron. No obstante, con un consumo mínimo de bloque, el GE mantuvo durante todo el período un CH superior al GC (Figura 1).

En relación a esto, Combellas (1994) señala que el objetivo principal del bloque es suministrar urea y otros nutrientes en cantidades limitadas y seguras para el animal, distribuidas durante el día de tal manera que los microorganismos del rumen tengan una suplencia adecuada y uniforme de nitrógeno fermentable, que le permita aumentar su crecimiento y hacer un uso más eficiente de los elementos fibrosos de baja calidad.

Producción de leche vendible

Al inicio del experimento, la PL por vaca fue para el GC y GE de $3,84 \pm 1,33$ vs. $3,40 \pm 1,33$ kg.d⁻¹ sin diferencias estadísticas ($P > 0,05$). La PLV no fue diferente ($P > 0,05$) entre grupos (Cuadro 3), ni en el tiempo, alcanzando el pico de producción en la semana 4 (Figura 2), lo que puede estar relacionado con el estado de lactancia del rebaño.

En PLV, Leng (1999), reporta incrementos tanto en vacas como en búfalos, con un rango de aumento en la producción entre los 0,4 a 1,1 l.d⁻¹ suplementados con BM. Del mismo modo, Domínguez (1994), señala incrementos en la PLV por vaca de 0,18 a 0,85 kg.d⁻¹, en la zona de colinas del estado Guárico, durante el período seco. Herrera *et al.* (2007), comentan que los resultados observados en PL no han sido significativos.

Fracción de leche consumida por el becerro

Como se indica en el Cuadro 3, esta fracción presentó diferencias ($P < 0,05$). Al inicio, el consumo fue numéricamente superior en el GE ($1,8 \pm 0,792$ kg.d⁻¹), con respecto al GC ($1,5 \pm 0,795$ kg.d⁻¹), sin embargo, se observa que el consumo de leche de un período de evaluación a otro disminuye en ambos casos, favoreciendo al grupo suplementado cuya variación es menor en comparación con el GC. El efecto del BM pudo estar

dirigido a un leve incremento en la producción láctea, la cual se reflejó en esta fracción.

En la Figura 3 se observa que en la primera semana del ensayo, el consumo de ambos grupos disminuye bruscamente, lo cual puede estar asociado al estrés causado al becerro durante su manejo entre el ordeño y el período de amamantamiento (separación vaca-becerro). Posteriormente en el transcurso del ensayo, el comportamiento fue similar al de la PLV, tendiendo a disminuir proporcionalmente hacia el final del mismo, con una notable diferencia entre los grupos que favorece al GE.

Es posible inferir que se está castigando la PLV, lo cual favorece el consumo de leche de los becerros. Esta situación está directamente relacionada con el manejo del ordeño manual. En este caso el ordeño es realizado por obreros que conocen el potencial productivo de cada vaca, por lo tanto, un aumento en la PL, no es reflejada en la fracción vendible, sino en la fracción consumida por el becerro como en este caso ($P < 0,05$) ver Cuadro 3.

En relación a esto, Mandibaya *et al.* (2000), midieron la leche consumida por el becerro en 2 grupos de fincas (no comerciales y comerciales) para 3 rebaños vacunos (ganado de carne, leche y doble propósito), encontrando diferencias en las fincas comerciales, donde los becerros del ganado especializados en leche consumieron mayor cantidad con respecto a los otros 2 grupos. En las fincas no

Cuadro 3. Producción de leche vendible (PLV), consumida por el becerro (PLCB) y total (PLT) para GC y GE.

Variable (kg.día ⁻¹)	GC	GE
PLV promedio (Semana 0-9)	$4,39 \pm 0,47$	$4,27 \pm 0,57$
PLV promedio (Semana 9-12)	$4,08 \pm 1,34$	$3,71 \pm 1,33$
PLCB promedio (Semana 0-9)	$0,75 \pm 0,36b$	$1,17 \pm 0,34a$
PLCB promedio (Semana 9-12)	$0,48 \pm 0,11$	$0,77 \pm 0,23$
PLT promedio (Semana 0-9)	$5,08 \pm 0,52$	$5,44 \pm 0,68$
PLT promedio (Semana 9-12)	$4,35 \pm 0,18$	$4,83 \pm 0,47$

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

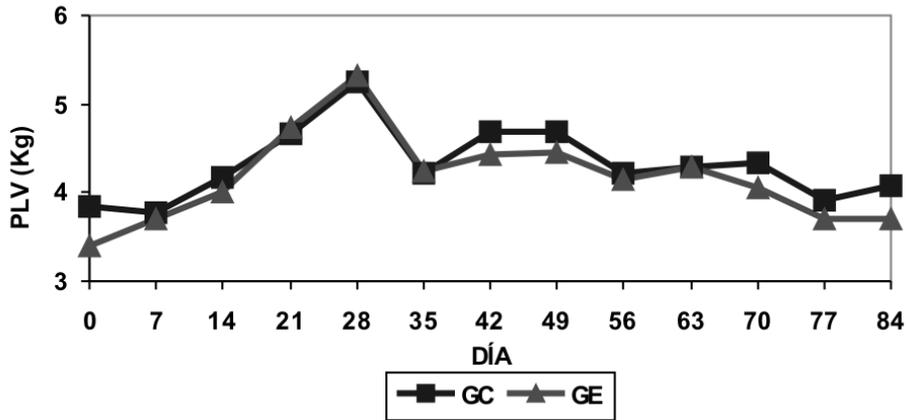


Figura 2. Producción de leche vendible (kg.vaca.día⁻¹) durante el ensayo para cada grupo.

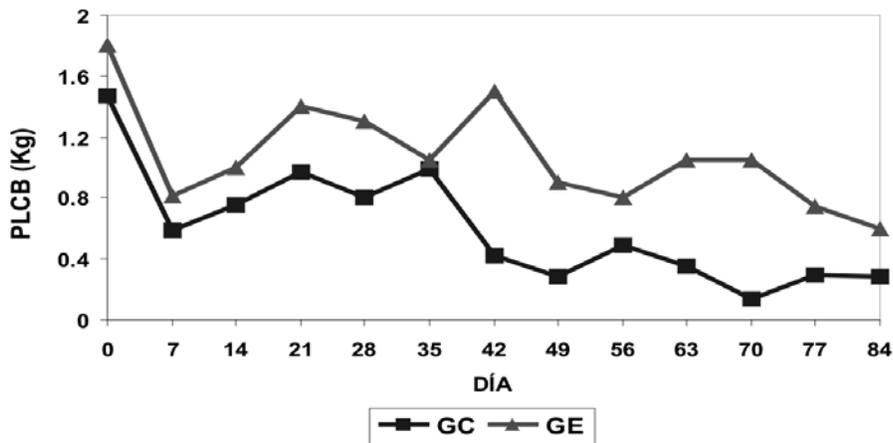


Figura 3. Producción de leche consumida por el becerro (kg.vaca.día⁻¹) durante el ensayo para cada grupo.

comerciales, esta fracción de leche es mayor en ganado de carne y doble propósito, castigando la PL ordeñada.

Producción de leche total

En el Cuadro 3 se observa la PLT al inicio para los grupos correspondientes, cuyas diferencias no son significativas ($P>0,05$).

Durante el período experimental (semana 0-9), no se registraron diferencias entre los promedios obtenidos por grupo ($P>0,05$), no obstante, la tendencia favorece al GE. Al final del ensayo, las producciones disminuyeron en ambos casos.

Esto corrobora lo reportado por Combellas (1994), quien afirma que aún cuando las diferencias entre

grupos suplementados y no suplementados no sea significativa, las respuestas al BM siempre han sido positivas. Por otro lado, Domínguez *et al.* (1998), señalan que los niveles de incremento en la PL en vacas son muy bajos, y buena parte de la leche se deja al becerro, sin embargo, este bajo incremento representa un cierto volumen a lo largo de la lactancia, por lo que se menciona que el efecto en estas condiciones, va dirigido a mantener su persistencia.

CONCLUSIONES

El consumo de BM fue aumentando generando un mayor consumo de la dieta basal y un mejor aprovechamiento del material fibroso disponible. Esto evidencia, que la suplementación con BM favorece el mejoramiento del ambiente ruminal de las vacas; sin

embargo, el efecto de la entrada de las lluvias sobre la calidad del forraje, contribuyó a la declinación en el consumo del BM.

Existe una tendencia al aumento en la PL en animales suplementados con BM bajo las condiciones dadas, la cual se evidenció en la fracción consumida por el becerro; sin embargo, el efecto positivo de la lluvia sobre la calidad y cantidad del forraje ofrecido, limitó la expresión de las variables productivas en respuesta a la suplementación.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1965. Official methods of the analysis association of official analytical chemistry. Washington, D.C. 957p.
- Chacon E., T. Stobbs, and K. Haydock. 1977. Estimation of leaf and stem contents of oesophageal extrusa samples from cattle. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 43:73-85.
- Combellas J. 1994. Influencia de los bloques multinutricionales sobre la respuesta productiva de bovinos pastoreando forrajes cultivados. In: Cardozo, A. y B. Birbe. (Eds). I Conferencia internacional de bloques multinutricionales. Guanare, Venezuela. pp 67-70.
- Domínguez C. 1994. El uso de los bloques multinutricionales en el estado Guárico. Efectos sobre la producción de leche, reproducción y crecimiento en ganado de doble propósito. **In:** Cardozo, A. y B. Birbe. (Eds). I Conferencia internacional de bloques multinutricionales. Guanare, Venezuela. pp. 97-116.
- Domínguez C., P. Herrera, B. Birbe y N. Martínez. 1998. Impacto de la suplementación estratégica con bloques nutricionales en vacas doble propósito. **In:** González-Stagnaro C., N. Madrid-Bury y E. Soto (Eds). Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Ed. Astro Data S.A. Maracaibo (Venezuela). Cap. XVIII: 347-396.
- Fick K., L. McDowell; P. Miles, N. Wilkinson, J. Conrad y R. Valdivia. 1979. Análisis de espectrofotometría de absorción atómica, método de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da edición. Latin American Research Programme, Florida. pp. 701-702.
- Fuerza Aérea de Venezuela (FAV). 2007. Base Aérea "Mayor Buenaventura Vivas Guerrero". Estación Meteorológica. Santo Domingo, Estado Táchira.
- Fuentes H., N. Martínez, O. Colmenares, K. Drescher, P. Herrera y B. Birbe. 2002. Efectos de la época sobre parámetros reproductivos en novillas doble propósito en el estado Guárico. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, LUZ.* Vol. 7(2):439-441.
- Goering H. and P. Van Soest. 1970. Forage fibres analysis. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. 30p.
- Habib G., S. Shah, G. Waheedullah G. Jabbar and H. Ghufanullah. 1991. The importance of urea-molasses block and bypass protein on Animal Production. **In:** International Symposium on Nuclear and related Techniques in Animal Production and Health. Vienna, Austria. pp. 133-144.
- Harris W. and Popat, P. 1954. Determination of phosphorus content of lipids. *Am. Oil. Chem. Soc. J.* N° 31:124.
- Herrera P, B. Birbe, C. Domínguez and N. Martínez. 2007. Experiences with multinutrient blocks in the Venezuelan tropics. **In:** Makkar H.; M. Sanchez and A. Speedy (Eds). Feed supplementation blocks. Urea-molasses multinutrient blocks: simple and effective feed supplement technology for ruminant agriculture. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, Italy. pp. 149-159.
- Leng R. 1999. Feeding strategies for improving milk production. **In:** Falvey, L. and Chantalakhana, C. (Eds). Smallholder dairying in the tropics. International Livestock Research Institute. Nairobi, Kenya. 462p.
- Mc Dowell L., J. Velásquez y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3ra Edición. Departamento de Zootecnia, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida, Gainesville. 84p.

- Mandibaya W., C. Mutisi, H. Hamudikuwanda and T. Marrion. 2000. The quantity and composition of milk taken by calves reared by restricted suckling in smallholder dairy farming areas of Zimbabwe. *Livestock Research for Rural Development*. Vol 12 (3). Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/Irrd/Irrd12/3/man123> [Septiembre 25, 2007].
- Martínez N., A. Escobar, S. López, J. Combellas and J. Gabaldón. 1996. Effect of strategic feed supplementation on productive and reproductive performance in dual-purpose cows. **In:** Development of feed supplementation strategies for improving ruminant productivity on smallholder farms in Latin America through the use of immunoassay techniques. IAEA-TECDOC-877. pp. 135-144.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). 2001. Informe meteorológico mensual. Estación Meteorológica Valle de la Pascua, Edo. Guárico, Venezuela. 1p.
- Minson D. 1990. Intake of grazed forage. Chapter 3. **In:** T. Cunha (ed.). Forage in ruminant nutrition. Academic Press. Inc. USA. pp. 60-84.
- Montilla J. y J. Colina. 1998. Productividad del rebaño bovino venezolano. **In:** Romero R.; D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). XIV Cursillo sobre bovinos de carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. pp. 23-35.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th. National Academic Press. Washington, USA. 447p.
- Paladines O. 1992. Metodologías de pastizales. Proyecto de fomento ganadero PROFOGAN. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) Serie metodología manual. N° 1: Pastos y forrajes. Convenio Ecuatoriano-Alemán. Quito. Ecuador. 219p.
- Picolli V. 1991. Aspectos reproductivos de un rebaño de doble propósito y su relación con factores ambientales y bióticos en los llanos centrales. Trabajo de Grado. UCV-FCV, Maracay, Venezuela. 84p.
- Rodríguez del Angel J. 2000. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. Primera Edición. México. 208p.
- Sansoucy R. 1989. Los bloques melaza-urea como suplemento multinutriente para rumiantes en el trópico. **In:** GEPLACEA-PNUD (Eds.) La melaza como recurso alimenticio para producción animal. México. pp. 227-239.
- Sansoucy R., G. Aarts and R. Leng. 1986. Molasses-urea blocks as a multivitamin supplement for ruminants. **In:** Sansoucy, R.; Aarts G. and Leng R. (Eds.). Sugarcane as a feed. Proceeding of an FAO Expert Consultation on held in Santo Domingo, Dominican Republic. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/003/s8850e/S8850E24.htm#ch25> [Septiembre 15, 2007].
- Santaella J. 2001. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales sobre la respuesta productiva de novillas pastoreando soca de sorgo. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua. 106p.
- Wise M., L. Ordoveza and E. Barrick. 1963. Influence of variations in dietary calcium: Phosphorus ratio on performance and blood constituents of calves. *The Journal of Nutrition*. 79(1):79-84.

Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação

William. J. Zambrano^{1*} y Antônio P. Marques Jr.²

¹Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Ciências Veterinárias. Apto. Postal 400. Barquisimeto - Edo. Lara - Venezuela. *Correo electrónico: wzambran@ucla.edu.ve

²Escola de Veterinária UFMG - Caixa Postal 567 - 30123-970 - Belo Horizonte, MG. Brasil.

RESUMO

Avaliou-se o perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras (Girolando) em manejo tradicional, e sua inter-relação com o aparecimento de problemas clínicos, reprodutivos e produtivos, foram avaliados parâmetros que incluem a concentração de metabólitos no sangue e no leite, bem como a condição corporal o estágio reprodutivo e o peso aos 22 dias pré-parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias pós-parto. As médias e desvios-padrão para proteínas totais, albumina e globulinas foram respectivamente 72,07±6,12; 28,57±3,31 e 43,50±6,38 g/l, enquanto para triglicérides de 18,39±4,26 mg/dl, uréia no soro 4,23±1,00 e no leite 4,19±0,78 mmol/l, hemoglobina 10,53±0,80 g/dl, hematócrito 31,90±2,38 %, β-hidroxibutirato 0,48±0,13 mmol/l, progesterona 0,94±2,66 ng/dl, tiroxina livre 5,37±1,69 pmol/l, condição corporal 3,28±0,35 e peso 418,78±41,20 kg. Não foram encontrados corpos cetônicos no leite. Conclui-se que o perfil metabólico em vacas mestiças leiteiras foi diferente do pré-parto ao quinto mês de lactação, sinalizando ser este um procedimento promissor para acompanhar aspectos clínicos e produtivos neste tipo de animal.

Palavras chave: bovino de leite, início de lactação, perfil metabólico.

Metabolic profile of crossbreed milking cows from calving to the fifth month of lactation

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the metabolic profile in crossbreed milking cows (Girolando) under traditional management and the relationship with clinic, reproductive and productive problems. Parameters evaluated include blood and milk metabolic profile, reproductive status, body condition score and body weight at 22 days before calving and on days 17, 37, 54, 78, 110, 130 and 153 postpartum. The mean values ± SD for total protein, albumin and globulin were respectively 72,07±6,12; 28,57±3,31 and 43,50±6,38 g/l, and for triglycerides 18,39±4,26 mg/dl, serum urea 4,23±1,00 mmol/l and in milk urea 4,19±0,78 mmol/l, hemoglobin 10,53±0,80 g/dl, packed cell volume 31,90±2,38 %, beta-hydroxybutyrate 0,48±0,13 mmol/l, progesterone 0,94±2,66 ng/dl, free tiroxin 5,37±1,69 pmol/l, body condition score 3,28±0,35 and body weight 418,78±41,20 kg. No difference was found for ketone bodies in milk. In conclusion, the metabolic profile in crossbreed milking cows was different before and after calving, and could be recommended this evaluation as a useful tool to detect clinical and productive restraints in this type of animals.

Keywords: dairy cows, lactation, metabolic profile

Perfil metabólico de vacas mestizas lecheras del parto al quinto mes de lactación

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el perfil metabólico de vacas lecheras mestizas (Girolando) en manejo tradicional y su interrelación con la aparición de problemas clínicos, reproductivos y productivos. Los parámetros evaluados incluyen, la concentración de metabolitos en sangre y en leche, condición corporal, reproductiva y peso corporal a los 22 d parto, y a los 17, 37, 54, 78, 110, 130 y 153 d posparto. Los promedios y desviaciones estándar para proteínas totales, albúmina y globulinas, fueron respectivamente $72,07 \pm 6,12$; $28,57 \pm 3,31$ y $43,50 \pm 6,38$ g/l, para triglicéridos $18,39 \pm 4,26$ mg/dl, urea en suero $4,23 \pm 1,00$ mmol/l, leche $4,19 \pm 0,78$ mmol/l, hemoglobina $10,53 \pm 0,80$ g/dl, hematocrito $31,90 \pm 2,38$ %, β -hidroxibutirato $0,48 \pm 0,13$ mmol/l, progesterona $0,94 \pm 2,66$ ng/dl, tiroxina libre $5,37 \pm 1,69$ pmol/l, condición corporal $3,28 \pm 0,35$ y peso $418,78 \pm 41,20$ kg. No fueron encontrados cuerpos cetónicos en la leche. Se concluye que el perfil metabólico en vacas mestizas lecheras fue diferente del parto al quinto mes de lactación, indicando ser este un procedimiento útil para detectar problemas clínicos y productivos en este tipo de animal.

Palabras clave: bovino de leche, inicio de lactación, perfil metabólico.

INTRODUÇÃO

A transição do estágio de animal gestante e não-lactante ao de não-gestante e lactante constitui um desafio para o organismo do animal, considerando que os sistemas de produção vêm se tornando cada vez mais eficientes, exigindo dietas complexas, com eventual aumento do risco de transtornos metabólicos, que podem favorecer o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes no organismo e a sua capacidade para metabolizá-los.

A falta de conhecimentos sobre a fisiologia, metabolismo e perfil hormonal de animais mestiços dificulta a implantação de procedimentos que auxiliem no entendimento de aspectos clínicos e do diagnóstico de afecções do parto e do puerpério, limitando a aplicação de medidas de profilaxia e tratamento que minimizem problemas na esfera produtiva e reprodutiva do rebanho. O perfil metabólico, desenvolvido por Payne *et al.* (1970), serve para avaliar as causas e a incidência de doenças ligadas à produção, possibilitando o diagnóstico pré-sintomático de alterações metabólicas e a avaliação do “status” nutricional do rebanho. A interpretação correta do perfil metabólico possibilita ao clínico conciliar o resultado do mesmo com as alterações

multifatoriais relacionadas a problemas específicos e de manejo do rebanho nos casos de doenças metabólicas, considerando-se a época do ano, o grupo de animais avaliados e as prováveis causas de variação na concentração sanguínea dos elementos avaliados (Rowlands e Pocock, 1976; González, 2000). O conhecimento até agora existente sobre perfil metabólico estimula que se busque conhecer parâmetros bioquímicos do sangue e do leite de rebanhos leiteiros criados em condições climáticas e de manejo brasileiras, considerando o seu reflexo nas afecções comuns no parto e no puerpério, além de seus efeitos na sua reprodução e na produtividade. O objetivo da pesquisa foi avaliar o uso do perfil metabólico em animais mestiços leiteiros e sua inter-relação com problemas clínicos, reprodutivos e produtivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento consistiu do estudo, em vacas mestiças, da concentração sérica de proteínas totais, albumina, globulinas, triglicérides, uréia, hemoglobina, hematócrito e β -hidroxibutirato no 22 dia pré-parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias pós-parto. Mediu-se a concentração de progesterona e de tiroxina livre no sangue e a de corpos cetônicos, uréia e proteína no leite, além da avaliação ginecológica,

do escore da condição corporal e do peso de todos os animais nas mesmas datas.

O experimento foi realizado numa fazenda leiteira com piquetes formados predominantemente de capim *Brachiaria brizantha*. Do rebanho foram selecionadas, ao acaso, dez animais com grau de sangue *Bos taurus taurus* (3/4 holandesa) x *Bos indicus indicus* (1/4 Gir) e peso médio de 451 kg, preservando-se a homogeneidade entre eles considerando a genética, o estágio de gestação e a higidez. Ao redor dos trinta dias antes do parto os animais foram introduzidos em piquete maternidade perto do curral, com pastagem do tipo predominante na fazenda. Na época da seca é administrado capim picado no cocho, além de outros substitutos da pastagem como silagem de milho ou cana com uréia, ao redor de 40-45 kg por animal/dia (10% do peso vivo), mantendo-se sempre sal mineral e água *ad libitum*.

Após o parto os animais foram levados ao curral onde eram feitas duas ordenhas diárias. Na primeira ordenha após o parto, era feito o manejo sanitário preestabelecido (ordenha manual e total do colostro, identificação e cuidados do bezerro). Na ordenha os animais receberam aproximadamente 1,5 a 2 Kg de ração comercial (Itambé¹, vaca leiteira 20% AP PLUS), mais 60g de mineral (Sopec²), por animal e por ordenha. Adicionalmente, somente no período da seca é administrado, dependendo da disponibilidade da fazenda, rolão de milho, caroço de algodão ou fubá em quantidades aproximadas para completar 3 a 4 kg de concentrado total por animal ordenhado. Também durante a seca os animais recebem, nos cochos dos piquetes, silagem de milho ou mistura de cana com uréia ou capim picado, de 40 a 45 quilos por animal. Na época chuvosa, durante as ordenhas era oferecido a cada animal concentrado comercial (Itambé³, Vaca leiteira 20% AP PLUS) mais mineral (Sopec⁴), respectivamente 2 kg e 60g, não recebendo no piquete nenhum complemento, mas tão somente pasto natural.

¹ Itambé[®] Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais, LTDA. (CCPR-MG). Anel rodoviário, Km 9. Belo Horizonte, MG. CEP: 31.950-640. Fone: (031) 3389-4100.

² Sopec Empreendimentos LTDA. Rua Frei Teodoro N° 800. CEP: 39864-000 Carlos Chagas-MG.

³ Sopec Empreendimentos LTDA. Rua Frei Teodoro N° 800. CEP: 39864-000 Carlos Chagas-MG.

⁴ Itambé[®] Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais, LTDA. (CCPR-MG). Anel rodoviário, Km 9. Belo Horizonte, MG. CEP: 31.950-640. Fone: (031) 3389-4100.

Nos dias especificados, uma amostra de sangue foi obtida de cada animal por venopunção jugular, em tubos vacutainer com gel separador e em tubos com anticoagulante. Aliquotas de soro foram identificadas e congeladas a -20°C até sua análise para determinação de diferentes parâmetros segundo rotina estabelecida no Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da UFMG. Os parâmetros avaliados foram proteínas totais, albumina, globulinas, triglicérides, uréia, hemoglobina, hematócrito, β-hidroxibutirato, progesterona e tiroxina livre.

Amostras de leite foram obtidas nos dias mencionados, imediatamente antes da ordenha, para se medir corpos cetônicos. Após a coleta os tubos foram refrigerados a 4°C. O método de Ross (modificação do teste de Rothera) foi feito na própria fazenda, com base na determinação semiquantitativa de acetona e acetoacetato no leite, segundo Fox (1971). Amostras em duplicata do leite de cada animal foram colhidas do container da ordenhadeira imediatamente após a ordenha e refrigeradas a 4°C, para determinação de uréia segundo Wittwer *et al.* (1993), utilizando-se “kit” comercial. Para determinação da proteína do leite foram colhidas amostras nas duas ordenhas diárias em recipientes contendo brometo de ethidium e encaminhadas ao Laboratório de Controle de Qualidade do Leite da Empresa Itambé⁵.

O escore da condição corporal (ECC) foi avaliado por inspeção da garupa (pelve e inserção da cauda) costelas e lombo, segundo Patton *et al.* (1988) sendo 1: muito magra; 2: magra; 3: média; 4: boa; 5: gorda. A pesagem dos animais foi feita, individualmente, nos períodos preestabelecidos. A avaliação ginecológica foi feita após o parto, via palpação transretal, nas datas preestabelecidas para as amostragens (aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias), os parâmetros avaliados foram; Involução uterina (localização na cavidade abdominal, achados de secreção muco sanguíneo-purulenta, localização na cavidade pélvica e assimetria), presença de folículos (< 0,5 cm e ± 0,5 cm), presença de corpo lúteo, ovários pequenos e lisos, edema da parede uterina, consistência firme do corpo uterino e avaliação do estro.

Os dados obtidos para cada parâmetro avaliado no perfil metabólico foram analisados por estatística descritiva usando-se o pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, 1995) e o *Microsoft Excel 2000 Premium*, considerando-se os diferentes

períodos e comparando-os com os dados de referência, estabelecidos da totalidade dos animais examinados segundo Rowlands e Pocock, (1976). Foi calculado o valor de “H” para cada parâmetro, que foi obtido ao se dividir a diferença entre a média populacional e a do grupo de animais em estudo vezes o desvio-padrão da população. O valor de “H” representa a diferença entre as médias da população e a do grupo o rebanho medido em unidades de desvio padrão (Wittwer e Contreras, 1980b), sendo o limite de confiança (95%) no qual os dados devem oscilar, entre mais o menos (\pm) dois desvios padrão (Rowlands e Pocock, 1976). Análise de variância foi feita utilizando-se o modelo linear geral (GLM) do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, 1995). As médias foram comparadas pelo teste de *Duncan* ($P < 0,05$), assim como foi feita análise de correlação de *Pearson* entre os dados obtidos de uréia no soro e no leite. Dos resultados obtidos pelo método de *Ross* foi feita distribuição de frequência e estudo da dispersão da frequência (teste de Chi-quadrado - X^2) segundo Sampaio (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para proteínas totais, albumina e globulinas, a média e desvio-padrão total da população foi

de $72,07 \pm 6,12$; $28,57 \pm 3,31$ e $43,50 \pm 6,38$ g/l respectivamente. O valor de H para a variação do perfil por animal encontra-se dentro dos parâmetros aceitos de ± 2 desvios-padrão. A média e desvio-padrão em cada período para proteínas totais, albumina e globulinas no pré-parto foi de $70,26 \pm 1,95$; $31,12 \pm 2,06$ e $39,14 \pm 3,72$ g/l respectivamente, e no pós-parto, do dia 17 ao 78 de $70,52 \pm 6,61$; $27,40 \pm 3,61$ e $43,13 \pm 7,18$ g/l respectivamente, e do dia 110 ao 153 de $74,75 \pm 5,51$; $29,29 \pm 2,49$ e $45,46 \pm 5,14$ g/l respectivamente (Quadro 1). O valor de H para a variação do perfil nos diferentes períodos encontra-se dentro dos parâmetros considerados normais. Para proteínas totais foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores aos 17 e 153 dias após o parto. Para albumina foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores aos 22 dias pré-parto e 17 dias pós-parto, enquanto para globulinas houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre 22 dias pré-parto e 153 pós-parto (Quadro 2). A concentração de proteínas do soro apresentou padrão semelhante ao reportado por Contreras (2000). Esse autor cita outros autores que encontraram diminuição da concentração de proteínas totais antes do parto, aumento das globulinas e diminuição de albumina no início da lactação, a qual posteriormente começa

Quadro 1. Valores médios, desvio padrão e valor de H de proteínas totais, albumina e globulinas (g/l) em animais mestiços Girolando, no dia 22 pré-parto, e nos dias 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 após o parto.

	Proteínas Totais			Albumina			Globulinas		
	pr	p	ps	pr	p	ps	pr	p	ps
Média por período	70,26	70,52	74,75	31,12	27,40	29,29	39,14	43,13	45,46
Desvio por período	1,95	6,61	5,51	2,06	3,61	2,49	3,72	7,18	5,14
Média população	72,07	-	-	28,57	-	-	43,50	-	-
Desvio população	6,12	-	-	3,31	-	-	6,38	-	-
H°	-0,30	-0,25	0,44	0,77	-0,35	0,22	-0,68	-0,06	0,31
Valores de referência da literatura									
Média	78**	-	-	34,5*	33,6*	-	42,8*	45,1*	-
Desvio	6**	-	-	3,1*	4,4*	-	9,4*	8,3*	-
H°	-1,29	-1,25	-0,54	-1,09	-1,40	-	-0,39	-0,024	-

pr (pré-parto); p (de 17 a 78 dias pós-parto); ps (de 110 a 153 dias pós-parto)

° Cálculo de H descrito em materiais e métodos

* Parra *et al.* (1999)

** Wittwer (2000)

a aumentar gradativamente desde que o aporte de proteínas na dieta seja adequado. A taxa de albumina pode ser influenciada pela proteína da dieta, pela grande demanda de aminoácidos necessários para a síntese de proteínas do leite (Contreras, 2000) e também por uma redução da capacidade de síntese no fígado, devido ao acúmulo de gordura no mesmo no início da lactação (Vázquez-Añon, 1996). Parra *et al.* (1999) encontraram valores baixos de albumina e altos de globulinas, com esta incrementando com o avanço da lactação. Whitaker *et al.* (1999) num trabalho de avaliação do perfil metabólico em animais leiteiros, feito em treze países localizados em áreas tropicais e subtropicais, reportaram valores para albumina abaixo de 30 g/l, entre 16 e 49% das amostras avaliadas no período após o parto. Em oito dos países onde se estudou o perfil metabólico, os valores para globulinas foram altos em mais de 17% dos animais no pré-parto e aos 30, 60 e 90 dias após o parto. Os resultados da presente pesquisa não diferem

dos encontrados por Parra *et al.* (1999) e Whitaker *et al.* (1999).

Os resultados obtidos da avaliação do metabolismo protéico indicam que estes se encontravam dentro de valores normais, mas que as variações na concentração (diminuição ou incremento) dos metabólitos avaliados foram uma resposta de adaptação às mudanças do manejo a que foram submetidos os animais nos períodos avaliados. Não é descartável a presença de doenças não identificadas no estudo, que tenham provocado aumento da concentração de globulinas após o pico de lactação.

Para triglicérides a média e desvio-padrão total da população foi de 18,39±4,26 mg/dl. O valor de H para a variação do perfil de triglicérides por animal encontra-se dentro do parâmetro aceito, de ± 2 desvios-padrão. A média e desvio-padrão por período foi de 22,21±2,41 mg/dl no pré-parto, e após o parto, do dia 17 ao 78 de 15,18±2,85 mg/dl e do dia 110 ao 153 de 21,39± 2,87 mg/dl (Quadro 3). O

Quadro 2. Comparação das médias e desvio padrão de proteínas totais, albumina e globulinas (g/l), em animais mestiços Girolando, 22 dias pré- parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias após o parto. Valor de H das médias por dias.

Dias/Animal/H	Proteínas Totais			Albumina			Globulinas		
	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*
22 pré-parto	70,3bc	1,9	-0,30	31,1a	2,2	0,77	39,1c	3,7	-0,68
17 pós-parto	66,4c	2,8	-0,92	26,6c	4,0	-0,60	39,8bc	5,0	-0,57
37 pós-parto	70,4bc	10,0	-0,28	27,7bc	3,6	-0,27	42,7abc	12,1	-0,13
54 pós-parto	71,5abc	5,8	-0,09	27,1bc	4,3	-0,44	44,4abc	4,5	0,14
78 pós-parto	73,8ab	3,9	0,28	28,2abc	2,7	-0,12	45,6ab	3,4	0,33
110 pós-parto	74,3ab	4,4	0,36	29,0abc	2,4	0,14	45,3abc	4,1	0,27
130 pós-parto	73,5ab	6,1	0,23	28,6abc	1,8	0,01	44,9abc	5,3	0,22
153 pós-parto	76,5a	6,0	0,72	30,3ab	3,0	0,51	46,2a	6,3	0,42
CV	7,8			10,9			14,1		

* Cálculo de H descrito em materiais e métodos

Média população: 72,07 (Proteínas Totais); 28,57 (Albumina); 43,50 (Globulinas)

Desvio população: 6,12 (Proteínas totais); 3,31 (Albumina); 6,38 (Globulinas)

Médias seguidas de letras distintas (abc) na mesma coluna são estatisticamente diferentes (P<0,05)

valor de H nos diferentes períodos encontra-se dentro dos parâmetros aceitos. Diferenças significativas ($P<0,05$) foram encontradas entre os valores do dia 17 a 78 pós-parto em relação ao dia 22 pré-parto e os dias 110 a 153 pós-parto (Quadro 4). Os resultados obtidos no presente estudo assemelham-se aos de Blum *et al.* (1983) e de Flores *et al.* (1990). A glândula mamária no início da lactação consome grande quantidade de lipoproteínas de muita baixa densidade (VLDL), forma de transporte de triglicérides que são os maiores precursores lipídicos sanguíneos da síntese da gordura do leite (Blum *et al.*, 1983; Herdt, 2000). A taxa de secreção do VLDL no fígado é baixa (Vázquez-Añon, 1996), e embora seu mecanismo de regulação ainda não esteja bem claro, a mobilização de triglicérides até a glândula mamária explica a diminuição de seus valores obtidos no início da lactação, que se mantiveram baixos até o dia 78 e incrementaram a partir do dia 110, período de menor exigência energética, no qual o animal já se encontra em balanço energético positivo.

Para uréia no soro e no leite, a média e desvio-padrão total da população foi de $4,23 \pm 1,00$ e $4,19 \pm 0,78$ mmol/l respectivamente. O valor de H para uréia no soro e no leite por animal encontra-se dentro dos parâmetros aceitos, de ± 2 desvios-padrão. A média e desvio-padrão para uréia no soro no pré-parto foi de $4,06 \pm 1,01$ mmol/l. Após o parto, do dia 17 ao 78, no soro e no leite de $4,10 \pm 0,90$ e $4,11 \pm 0,74$ mmol/l respectivamente, e do dia 110 ao 153 de $4,45 \pm 1,11$ e $4,29 \pm 0,84$ mmol/l respectivamente (Quadro 3). O valor de H para a variação do perfil de uréia no soro e no leite por período encontra-se dentro de valores considerados normais, não sendo encontrada diferença ($P>0,05$) entre eles. Encontrou-se correlação elevada entre os resultados de uréia no soro e no leite de 0,9288 ($P<0,01$) em amostras do dia 17 ao 78, e de 0,9111 ($P<0,01$) do dia 110 ao 153 após o parto (Quadro 4). Blum *et al.* (1983), Torrent (2000) e Wittwer (2000) encontraram diminuição da concentração de uréia no início da lactação. Flores *et al.* (1990), Corro *et al.* (1999) e Zhu *et al.* (2000) não encontraram diferença do efeito do tempo nas concentrações plasmáticas de uréia antes e após

Quadro 3. Valores médios, desvio padrão e valor de H de triglicérides (mg/dl) e de uréia em soro e no leite (mmol/l), em animais mestiços Girolando, no dia 22 pré-parto, e nos dias 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 após o parto.

	Triglicérides			Uréia em soro e leite					
	pr	p	ps	pr	p		ps		
				s	s	l	s	l	
Média por período	22,21	15,18	21,39	4,06	4,10	4,11	4,45	4,29	
Desvio por período	2,41	2,85	2,87	1,01	0,90	0,74	1,11	0,84	
Média população	18,39			4,23 ^o		4,19 ^{oo}			
Desvio população	4,26			1,00 ^o		0,78 ^{oo}			
H ^o	0,90	-0,75	0,70	-0,17 ^o	-0,13 ^o	-1,10 ^{oo}	0,22 ^o	0,14 ^{oo}	
Valor de referência da literatura									
Média	23,93*	16,6*	-	5,2**	5,4**	4,9***	-	-	
Desvio	2,52*	2,52*	-	1,4**	1,6**	1,2***	-	-	
H ^o	-0,68	-0,56		-0,82	-0,81	-0,66	-	-0,51	

pr (pré-parto); p (de 17 a 78 dias pós-parto); ps (de 110 a 153 dias pós-parto)

^o Cálculo de H descrito em materiais e métodos

s (soro); l (leite)

^o Soro; ^{oo} Leite

* Castillo (1994)

** Parra *et al.* (1999)

*** Wittwer *et al.* (1999)

Quadro 4. Comparação de médias e desvio padrão, de triglicérides (mg/dl), e de uréia no soro e leite (mmol/l), em animais mestiços Girolando, 22 dias pré-parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias após o parto. Valor de H por dias.

Dias/Animal/H	Triglicérides			Uréia (Soro)			Uréia (Leite)		
	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*
22 pré-parto	22,2a	2,4	0,90	4,06a	1,01	-0,17	-	-	
17 pós-parto	14,8b	2,7	-0,84	3,79a	0,71	-0,44	3,85a	0,50	-0,43
37 pós-parto	14,3b	3,3	-0,95	4,11a	0,87	-0,12	4,12a	0,64	-0,09
54 pós-parto	15,2b	2,7	-0,75	4,46a	1,07	0,23	4,40a	0,88	0,28
78 pós-parto	16,4b	2,7	-0,46	4,03a	0,92	-0,20	4,05a	0,88	-0,17
110 pós-parto	20,0a	2,4	0,37	4,69a	1,22	0,46	4,50a	0,83	0,41
130 pós-parto	21,6a	2,9	0,75	4,50a	0,76	0,26	4,21a	0,83	0,03
153 pós-parto	22,6a	2,9	0,99	4,16a	1,32	-0,07	4,17a	0,90	-0,03
CV	14,9			23,7			18,9		

* Cálculo de H descrito em materiais e métodos

Média população de triglicérides (18,39); desvio população (4,26)

Média população: 4,23 (Soro); 4,19 (Leite), desvio população: 1,00 (Soro); 0,78 (Leite)

Médias seguidas de letras distintas (ab) na mesma coluna são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$)

Médias seguidas de letras iguais são estatisticamente semelhantes ($P < 0,05$)

o parto. Os resultados da presente pesquisa são baixos, numericamente, mas na faixa normal, quando comparados com os resultados encontrados por Corro *et al.* (1999) e Parra *et al.* (1999). Whitaker *et al.* (1999) cita que valores baixos de uréia no sangue são encontrados em rebanhos com dietas deficientes em proteína, enquanto naqueles com dieta com excessivo aporte protéico ou com déficit de energia apresentam valores altos. Os resultados da presente pesquisa para uréia, quando comparados aos obtidos para proteínas do leite, mostram que os valores médios para proteína até o dia 78 de lactação foram menores que 3,0% (2,95%), mas com valores para uréia dentro dos parâmetros normais de 2,5 até 7,0 (4,10 mmol/l) indicando que a concentração de proteínas na dieta estava normal, mas o nível de energia baixo (Wittwer 2000). A alta correlação encontrada entre os valores de uréia no soro e no leite corrobora os resultados das pesquisas de Wittwer *et al.* (1993), Wittwer *et al.* (1999) e Wittwer (2000).

Segundo Wittwer (2000), A uréia sangüínea, por seu baixo peso molecular, atravessa o epitélio alveolar da glândula mamária alcançando o leite, já que ela difunde-se facilmente aos tecidos junto com a água, o que resulta em alta correlação entre as concentrações de uréia sangüínea e no leite. Estes resultados que traduzem vantagens, já que amostras de leite são

obtidas de forma simples e rápida, possibilitando estimativa aceitável do que seria a concentração sanguínea de uréia em vacas em lactação.

A média e desvio-padrão total da população para hemoglobina e hematócrito foi de 10,53±0,80 g/dl e 31,90%±2,38 respectivamente. O valor de H para hemoglobina e hematócrito por animal encontra-se dentro de parâmetros considerados normais. A média e desvio-padrão para hemoglobina e hematócrito no pré-parto foi de 10,44±1,05 g/dl e 31,80%±2,66 respectivamente. Após o parto, do dia 17 ao 78 de 10,77±0,67 g/dl e 32,78±1,78 % respectivamente, do dia 110 ao 153 de 10,23±0,80 g/l e 30,77%±2,57 respectivamente (Quadro 5). O valor de H para o perfil de hemoglobina e hematócrito por períodos encontra-se dentro dos parâmetros considerados normais. Para hemoglobina houve diferença ($P < 0,05$) entre 17 e 130 dias após o parto, e não houve diferença no restante dos dias avaliados, enquanto para hematócrito houve diferença ($P < 0,05$) entre os 17, 54, 130 e 153 dias após o parto (Quadro 6). Aos 17 dias após o parto foi encontrada a maior concentração de hemoglobina e hematócrito, em média, quando comparada ao restante das médias, valores que diferem dos citados por Wittwer e Contreras (1980a), que mencionam que ao aumentar a produção de leite ocorre diminuição da concentração de hemoglobina e do hematócrito,

Quadro 5. Valores médios, desvio padrão e valor de H de hemoglobina (g/dl), hematócrito (%) e de β -hidroxibutirato β HB (mmol/l), em animais mestiços Girolando no dia 22 pré-parto, e nos dias 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 após o parto.

	Hb			Hm			β HB		
	pr	p	ps	pr	p	pr	pr	p	ps
Média por período	10,44	10,77	10,23	31,80	32,78	30,77	0,45	0,47	0,50
Desvio por período	1,05	0,67	0,80	2,66	1,78	2,57	0,11	0,15	0,11
Média população	10,53			31,90			0,48		
Desvio população	0,80			2,38			0,13		
H°	-0,11	0,30	-0,37	-0,04	0,37	-0,48	-0,23	-0,05	0,15
Valores de referência da literatura									
Média	10,37*			28**	27**	-	0,42**	0,44**	-
Desvio	0,85*			3**	3**	-	0,20**	0,20*	-
H°	0,08	0,47	-0,16	1,27	1,93	-	0,14	0,15	-

pr (pré-parto); p (de 17 a 78 dias pós-parto); ps (de 110 a 153 dias pós-parto)

° Cálculo de H descrito em materiais e métodos

* Wittwer *et al.* (1987)

** Parra *et al.* (1999)

também poderia estar associado a uma diminuição do consumo de água devido a condição de disponibilidade da mesma nos piquetes, com possível hemoconcentração, já que nesta data a amostragem coincidiu com o período da seca. Aos 130 e 153 dias após o parto foram encontrados os menores valores para a hemoglobina e para hematócrito. Contreras (2000) cita autores que sustentam que a demanda de aminoácidos para a síntese de proteína do leite reduz a síntese de outras proteínas e, por isso, a concentração de hemoglobina pode diminuir na medida que a lactação avança. A avaliação, nestas datas coincidiu com o período das chuvas, com a diminuição do hematócrito sendo semelhante à relatada por Parra *et al.* (1999), que encontraram valores mais baixos para hematócrito no período das chuvas que no período da seca, além Parra *et al.* (1999) sugerem que valores baixos para hematócrito sinalizam para a necessidade de se pesquisar o efeito de parasitas hematófagos,

considerando que animais com demanda alta de nutrientes podem ser mais susceptíveis a problemas clínicos.

A média e desvio-padrão total da população para β -hidroxibutirato foi de $0,48 \pm 0,13$ mmol/l, enquanto seu valor de H por animal encontra-se dentro dos parâmetros considerados normais. A média e desvio-padrão para β -hidroxibutirato no pré-parto foi de $0,45 \pm 0,11$ mmol/l, e após o parto, do dia 17 ao 78 de $0,47 \pm 0,15$ mmol/l e do dia 110 ao 153 de $0,50 \pm 0,11$ mmol/l (Quadro 5). O valor de H para β -hidroxibutirato, por períodos, encontra-se dentro dos parâmetros aceitos, não tendo sido encontrada diferença entre eles (Quadro 6). As médias no pré-parto e até o dia 78 após o mesmo foram maiores numericamente, quando comparadas com os valores reportados por Parra *et al.* (1999) e Corro *et al.* (1999) para estes mesmos períodos. Para valores de H antes

do parto, 40% das amostras estavam acima dos de referência, mantendo esta mesma proporção até os 78 dias após o parto, o que sugere que existia uma deficiência de energia na dieta, mas sem chegar a produzir alterações metabólicas mensuráveis. A média de H do dia 110 a 153 após o parto foi maior, numericamente, que a encontrada no pré-parto e até o dia 78 após o mesmo, mas sem diferenças significativas. Foram encontrados valores acima dos de referência em 50% das amostras do dia 110 ao 153 após o parto, o que sugere um déficit de energia na dieta, apesar de que outros metabólitos, como a uréia, neste período, encontravam-se dentro de valores normais. Os valores encontrados nesta pesquisa, antes do parto, foram inferiores numericamente aos reportados no Brasil, de 0,5 mmol/l e semelhantes aos encontrados em outros três países como Indonésia, México e Venezuela (Whitaker *et al.*, 1999).

A distribuição de frequência dos resultados do método de Ross, nas amostras do leite do dia 17 ao 153 após o parto, não mostrou diferença ($P>0,05$), possivelmente devido ao número insuficiente de observações. Encontrou-se um animal com reação positiva (1+) aos 17 dias após o parto, o que indicou a

presença de corpos cetônicos em baixa concentração. A alta negatividade encontrada para o método de Ross também indicou que os animais, apesar de estarem submetidos a um possível déficit energético como demonstram alguns dos resultados obtidos para os outros metabólitos avaliados, adaptaram-se bem ao balanço energético negativo no período após o parto.

A média e desvio-padrão para progesterona e tiroxina livre (T_{4L}) foi de $0,94 \pm 2,66$ ng/dl e $5,37 \pm 1,69$ pmol/l respectivamente, sendo o valor de T_{4L} baixo quando comparado com os valores encontrados na literatura para vacas leiteiras. O valor de H para progesterona e tiroxina livre por animal encontra-se dentro dos parâmetros aceitos. A média e desvio padrão por período para progesterona e tiroxina livre no pré-parto foi de $6,58 \pm 4,53$ ng/dl e $6,76 \pm 2,56$ pmol/l respectivamente, e após o parto, do dia 17 ao 78 de $0,11 \pm 0,20$ ng/dl e $4,83 \pm 1,37$ pmol/l respectivamente, e do dia 110 ao 153 de $0,18 \pm 0,51$ ng/l e $5,62 \pm 1,44$ pmol/l respectivamente (Quadro 7). O valor de H para progesterona e tiroxina livre encontra-se também dentro dos parâmetros aceitos. Foi encontrada diferença ($P<0,05$) para tiroxina livre somente entre o pré-parto e os 17 dias após o parto (Quadro 8). Os

Quadro 6. Comparação de médias e desvio padrão de hemoglobina (g/dl), hematócrito (%) e β -hidroxibutirato β HB (mmol/l) em animais mestiços Girolando, 22 dias pré-parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias após o parto. Valor de H por dias

Dias/Animal/H	Hb			Hm			β HB		
	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*
22 pré-parto	10,44ab	1,1	-0,11	31,8ab	2,7	-0,04	0,45a	0,11	-0,23
17 pós-parto	10,97a	0,6	0,55	33,5a	1,6	0,67	0,47a	0,22	-0,02
37 pós-parto	10,62ab	0,7	0,12	32,4ab	1,4	0,21	0,48a	0,16	0,04
54 pós-parto	10,68ab	0,6	0,19	32,8a	1,6	0,38	0,46a	0,11	-0,15
78 pós-parto	10,81ab	0,8	0,35	32,4ab	2,4	0,21	0,47a	0,08	-0,07
110 pós-parto	10,37ab	0,9	-0,19	31,5ab	2,5	-0,17	0,49a	0,13	0,13
130 pós-parto	10,05b	1,0	-0,59	30,3b	2,9	-0,67	0,49a	0,11	0,11
153 pós-parto	10,27ab	0,5	-0,32	30,5b	2,4	-0,59	0,50a	0,12	0,20
CV	7,49			7,03			28,11		

* Cálculo de H descrito em materiais e métodos

Média população: 10,53 (Hb); 31,90 (Hm), desvio população: 0,80 (Hb); 2,38 (Hm)

Média população: 0,48, desvio população: 0,13 (β HB)

Médias seguidas de letras distintas (ab) na mesma coluna são estatisticamente diferentes ($P<0,05$)

Médias seguidas de letras iguais são estatisticamente semelhantes ($P<0,05$)

valores de progesterona encontrados do dia 17 ao 78 após o parto foram baixos quando comparados com os citados por McDonald e Pineda (1989) para a fase folicular. Nos dias 110 a 153 após o parto a média encontrada para progesterona foi numericamente superior à encontrada do dia 17 a 78 após o mesmo, porém mais baixa quando comparada com a citada por McDonald e Pineda (1989).

Os resultados para T_{4L} foram baixos quando comparados com os citados na literatura, mas mantendo a tendência do perfil destes (0,03% do hormônio livre referenciado na literatura). As concentrações dos hormônios tireoidianos encontram-se aumentadas antes do parto, com diminuição de seus valores no início da lactação e incremento após o pico da mesma (Blum *et al.*, 1983; Nixon *et al.*, 1988; Tiirats, 1997; Contreras *et al.*, 1999).

Da mesma forma, Contreras *et al.* (1999) citam que no último terço da gestação os hormônios da tireóide apresentam concentrações maiores aos valores habituais, devido à sua ação como hormônios

galactopoiético, além de que no início da lactação a concentração plasmática de T_4 está diminuída. Com o mencionado nas diferentes pesquisas referenciadas, e conhecendo-se a importância que têm os hormônios tireoidianos na vida produtiva e reprodutiva dos animais, somado à falta de pesquisas novas nessa área em animais mestiços, que possibilitem comparação com os resultados da presente pesquisa, pode-se inferir que os mesmos apesar de baixos, mantêm um perfil semelhante ao reportado pela maioria dos pesquisadores.

Além da concentração de progesterona foram feitos acompanhamentos mediante palpação transretal do sistema reprodutivo. Nesta avaliação ginecológica encontrou-se diminuição da eficiência reprodutiva, (Quadro 9), associada provavelmente ao déficit de energia. O problema na eficiência reprodutiva é multifatorial, mas na maioria das vezes está relacionado com o manejo e a alimentação. Alterações do perfil metabólico em algum de seus componentes podem estar relacionada com problemas na eficiência

Quadro 7. Valores médios, desvio padrão e valor de H de progesterona (P_4 ng/dl), tiroxina livre (T_{4L} pmol/l), do escore de condição corporal (ECC) e peso corporal (PC) em animais mestiços Girolando no dia 22 pré-parto, e nos dias 17,37,54,78, 110,130 e 153 após o parto.

	P_4			T_{4L}			ECC			PC		
	pr	p	ps	pr	p	ps	pr	p	ps	pr	p	ps
Média por período	6,58	0,11	0,18	6,76	4,83	5,62	3,6	3,2	3,3	450,80	403,83	428,03
Desvio por período	4,53	0,20	0,51	2,56	1,37	1,44	0,5	0,3	0,2	47,89	34,96	38,97
Média população	0,94			5,37			3,3			418,78		
Desvio população	2,66			1,69			0,4			41,20		
H°	2,12	-0,31	-0,29	0,82	-0,32	0,15	0,92	-0,28	0,07	0,78	-0,36	0,22
Valores de referência da literatura												
Média							3,4*	3,0*	-	485,0*	447,0*	
Desvio							0,5*	0,3*	-	66,0*	64,0*	
H°							0,40	0,58	-	-0,52	-0,67	

pr (pré-parto); p (de 17 a 78 dias pós-parto), ps (de 110 a 153 dias pós-parto)

° Cálculo de H descrito em materiais e métodos

* Parra *et al.* (1999)

Quadro 8. Comparação de médias e desvio padrão de progesterona (P_4 ng/dl), tiroxina livre (T_{4L} pmol/l) do escore de condição corporal (ECC) e peso corporal (PC) Kg, em animais mestiços Girolando, 22 dias pré-parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias após o parto. Valor de H por dias.

Dias/Animal	P_4			T_{4L}			ECC			PC		
	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*	Média	Desvio	H*
22 pré-parto	6,6a	4,5	2,12	6,76a	2,56	0,82	3,6a	0,5	0,92	450,80a	47,89	0,78
17 pós-parto	0,1b	0,1	-0,32	3,98c	1,21	-0,82	3,2b	0,5	-0,35	391,30c	42,15	-0,67
37 pós-parto	0,2b	0,4	-0,28	5,55ab	1,73	0,11	3,2b	0,3	-0,35	405,30bc	32,83	-0,33
54 pós-parto	0,1b	0,1	-0,32	4,76cb	1,13	-0,36	3,2b	0,3	-0,35	403,70bc	28,13	-0,37
78 pós-parto	0,1b	0,0	-0,34	5,06cb	0,99	-0,19	3,3b	0,3	-0,07	415,00abc	36,51	-0,09
110 pós-parto	0,1b	0,0	-0,33	5,56ab	1,79	0,11	3,3ab	0,3	0,07	416,80abc	34,92	-0,05
130 pós-parto	0,1b	0,0	-0,33	5,66ab	1,47	0,17	3,3ab	0,3	0,07	430,00abc	40,54	0,27
153 pós-parto	0,4b	0,9	-0,21	5,63ab	1,14	0,16	3,3ab	0,3	0,07	437,30ab	42,32	0,45
CV	175,3			29,4			10,4			9,22		

* Cálculo de H descrito em materiais e métodos

Média população: 0,94 (P_4); 5,37 (T_{4L}), desvio população: 2,66 (P_4); 1,69 (T_{4L})

Média população: 3,28 (EC); 418,78 (PC), desvio população: 0,35 (EC); 41,20 (PC)

Médias seguidas de letras distintas (abc) na mesma coluna são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$)

reprodutiva, razão pela qual o perfil metabólico é uma ajuda útil para detectar estas alterações. Segundo González (2000), a concentração de albumina está relacionada com a atividade ovárica, a qual diminui logo após o parto para recuperar-se gradativamente no pós-parto, de modo que da velocidade de sua recuperação depende a reativação ovariana neste período. A eficiência reprodutiva diminui quando a concentração de albumina está abaixo de 30 g/l, fato importante a se ter em mente no presente trabalho, para também relacionar a baixa eficiência reprodutiva dos animais avaliados, já que a concentração de albumina esteve abaixo desse valor em todos os períodos avaliados após o parto, exceto aos 153 dias após o mesmo, quando os animais tiveram em média, esta concentração.

Segundo González (2000), o déficit de energia que na maioria das vezes produz cetose, pode afetar a função hepática, que devido à intensa mobilização de lipídeos com conseqüente produção de corpos cetônicos, acarreta perdas na eficiência reprodutiva. O balanço energia:proteína, que tem um papel importante no início da atividade ovariana e na involução uterina

após o parto, quando alterado provoca atraso no início da atividade ovariana, com diminuição da eficiência reprodutiva. Tem sido reportado que uremia é um sinal de deficiência de energia que altera a função do eixo hipotálamo-hipófise-ovário, atrasando a primeira ovulação pós-parto e diminuindo a taxa de concepção. Quando se compara os achados de Wittwer (2000) com os achados obtidos para uréia, do dia 17 ao dia 78 após o parto, assim como a concentração de progesterona, pressupõe-se uma alteração no balanço energia:proteína que pode ter influenciado na baixa eficiência reprodutiva, como exemplo o anestro encontrado. Quando se compara os resultados obtidos das concentrações dos hormônios tireoidianos com a avaliação da função reprodutiva dos animais em estudo, não se descarta a participação importante que possam ter os hormônios tireoidianos nos achados sobre a reprodução.

A média e desvio-padrão total da população para condição corporal e peso foi de $3,28 \pm 0,35$ e $418,78 \pm 41,20$ kg respectivamente. O valor de H para condição corporal e peso por animal encontra-se dentro dos parâmetros aceitos. A média e desvio-

Quadro 9. Achados da avaliação ginecológica em animais mestiços Girolando, 22 dias pré-parto e aos 17, 37, 54, 78, 110, 130 e 153 dias após o parto.

Achados/dias	17	37	54	78	110	130	153
Involução uterina	10 (10)						
Localização cavidade abdominal	10 (10)						
Secreção muco sanguíneo-purulenta	2 (10)						
Localização cavidade pélvica		10 (10)					
Assimetria		1 (10)	1 (10)	1 (10)			
Folículos (< 0,5 cm)		8 (10)		2 (10)	2 (10)		
Folículos (\pm 0,5 cm)			8 (10)	8 (10)	8 (10)	10 (10)	9 (10)
Corpo lúteo		1 (10)		3 (10)	6 (10)	8 (10)	8 (10)
Ovários pequenos e lisos		2 (10)	2 (10)				
Edema da parede uterina		1 (10)	1 (10)				
Consistência firme do corpo uterino				1 (10)	1 (10)	1 (10)	1 (10)
Estro						1 (10)	

Nº de animais = 10

padrão para cada período para condição corporal e peso foi no pré-parto de $3,6\pm 0,5$ e $450,80\pm 47,89$ kg respectivamente. Após o parto, do dia 17 ao 78 de $3,2\pm 0,3$ e $403,83\pm 34,96$ kg respectivamente, e do dia 110 ao 153 de $3,3\pm 0,2$ e $428,03\pm 38,97$ kg respectivamente, todos dentro dos parâmetros aceitos (Quadro 7). Para condição corporal houve diferença ($P<0,05$) entre o dia 22 pré-parto e os dias 17 ao 78 após o mesmo. Para peso corporal houve diferença ($P<0,05$) entre o dia 22 pré-parto e o dia 17 após o parto (Quadro 8). Os resultados da condição corporal e peso nos diferentes períodos são semelhantes aos citados por Parra *et al.* (1999). Aos 153 dias após o parto foi verificado que a maioria dos animais (5/10) já tinham recuperado a condição corporal e o peso de antes do parto, o que indica que apesar do provável déficit de energia presente até o dia 78 da lactação, a dieta recebida após este período foi suficiente para manter um equilíbrio entre os requerimentos e a produção, no entanto sem o mesmo reflexo positivo na esfera reprodutiva. A perda da condição corporal e de peso, ocorrida no início da lactação, pode ser decorrente do balanço energético negativo e da incapacidade do animal em consumir suficiente quantidade de matéria seca para satisfazer os requerimentos energéticos impostos pela produção do leite, o que o leva a utilizar suas reservas de gordura como fonte de energia, pelo aumento da lipólise e diminuição da lipogênese, como sugerem Patton *et al.* (1988), Herdt (2000) e Lago *et al.* (2001).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a determinação do perfil metabólico foi diferente entre o pré-parto e lactação, sinalizando ser este um procedimento promissor para detectar problemas clínicos, reprodutivos e produtivos de rebanhos mestiços leiteiros em condições semelhantes às do presente experimento. Com o uso de avaliação do perfil metabólico pode-se melhorar os índices reprodutivos, e a rentabilidade das fazendas, já que as mudanças, ainda que pequenas, são detectadas e corrigidas a tempo.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Santa Cruz, na pessoa de seu proprietário Salomão de Pinho Marques, ao CNPq e à Universidade Centroocidental "Lisandro Alvarado" (UCLA) e ao Fundo Nacional de Ciência, Tecnologia

e Inovação (FONACIT) da Venezuela, pelo apoio oferecido e que permitiu a realização deste trabalho.

LITERATURA CITADA

- Blum, J. W., P. Kunz, H. Leuenberger, K. Gautschi and M. Keller. 1983. Thyroid hormones, blood plasma metabolites and hematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. *Anim. Prod.*, 36: 93-104.
- Castillo, O. A. 1994. Aspectos bioquímicos do sangue e do leite de vacas leiteiras no período seco e no início da lactação. Dissertação de Mestrado. UFMG, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, Brasil. 77p.
- Contreras, P. A. 2000. Indicadores do metabolismo protéico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos. **In:** González, F. H. D., J. O. Barcellos, H. Ospina, L. A. O. Ribeiro. (Ed.) *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. pp. 23-30.
- Contreras, P. A., M. Phil, F. Wittwer, V. Ruiz, A. Robles y H. Bröhmwald. 1999. Valores sanguíneos de triyodotironina y tiroxina en vacas frisón negro a pastoreo. *Arch. Med. Vet.*, 31(2): 205-210.
- Corro, M.; I. Rubio, E. Castillo, L. Galindo, A. Aluja, C. S. Galina and C. Murcia. 1999. Effect of blood metabolites, body condition and pasture management on milk yield and postpartum intervals in dual-purpose cattle farms in the tropics of the State of Veracruz, Mexico. *Prev. Vet. Med.*, 38:101-117.
- Flores, A.; R. Althaus, J. C. Toibero, O. J. Garnero y L. Perren. 1990. Perfil metabólico antes y después del parto en vacas lecheras. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 10(4):289-293.
- Fox, F. H. 1971. Clinical diagnosis and treatment of ketoses. *J. Dairy Sci.*, 54(6): 974-978.
- González, F. H. D. 2000. Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais. **In:** González, F. H. D., J. O. Barcellos, H. Ospina y L. A. O. Ribeiro. (Ed.) *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. pp. 89-106.
- Herdt, T. H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 16(2):215-230.

- Lago, E. P.; A. V. Pires, I. Susin, V. P. Faria e L. A. Lago. 2001. A. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção do leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(4):1544-1549.
- Mcdonald, L. E. and M. H. Pineda. 1989. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Fourth ed. Lea and Febiger. 571p.
- Microsoft Excel. 2000 Premium. Analytical Software for Windows. 2000.
- Nixon, D.A. M. A. Akasha and R. R. Anderson. 1988. Free and total Thyroid hormones in serum of Holstein Cows. *J. Dairy Sci.*, 71(5):152-1160.
- Parra, O. A. Ojeda, J. Combellas, L. Gabaldon, A. Escobar, N. Martinez and M. Benezra. 1999. Blood metabolites and their relationship whit production variables in dual-purpose cows in Venezuela. *Prev. Vet. Med.*, 38:133-145.
- Patton, R.A., H. F. Bucholtz and M. K. Schmidt. 1988. M. Body condition scoring: a management tool. *Dairy Guide*, East Lansing Michigan. USA. September. p.6.
- Payne, J.M., S. M. D. Dew, R. Manston and M. Faulks. 1970. The use of a Metabolic Profile test in Dairy Herds. *Vet. Rec.*, 87:150-158.
- Rowlands, G. J. and R. M. Pocock. 1976. Statistical basis of the Compton metabolic profile test. *Vet. Rec.*, 98:333-338.
- Sampaio, I. B. M. 1998. Estatística aplicada à experimentação animal. Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia. Belo Horizonte, Brasil. 221p.
- Statistical Analysis System Institute (SAS). 1995. *User's Guide Statistics*. Versión 8, Carry NC.
- Tiirats, T. 1997. Thyroxine, triiodothyronine and reverse-triiodothyronine concentrations in blood plasma in relation to lactational stage, milk yield, energy and dietary protein intake in Estonian dairy cows. *Acta. Vet. Scand.*, 38:339-348.
- Torrent, J. 2000. Nitrogênio Uréico no leite e qualidade do leite. **In:** II Simpósio Internacional sobre Qualidade do Leite. I Encontro Anual do Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite. Curitiba, Paraná, Brasil. p. 104.
- Vázquez-Añón, M. 1996. Adipose tissue metabolism in periparturient cows: relationship to the development of fatty liver. Thesis Doctor Degree. University of Wisconsin-Madison. USA. 170p.
- Whitaker D. A., W. J. Goodger, M. Garcia, B. M. A. O. Perera and F. Wittwer. 1999. Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. *Prev. Med. Vet.*, 38:119-131.
- Wittwer F., H. Böhmwald, P. A. Contreras, M. Phil y J. Filoza. 1987. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos en rebaños lecheros en Chile. *Arch. Med. Vet.*, 19(2):35-45.
- Wittwer, F. 2000. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. **In:** González, F. H. D., J. O. Barcellos, H. Ospina y L. A. O. Ribeiro. (Ed.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. pp. 9-22.
- Wittwer, F. y P. A. Contreras. 1980a. Consideraciones sobre el manejo de los perfiles metabólicos en el ganado lechero. *Revisión Bibliográfica. Arch. Med. Vet.*, 12(1):180-188.
- Wittwer, F. y P. A. Contreras. 1980b. Empleo de los perfiles metabólicos en el sur de Chile. *Comunicación. Arch. Med. Vet.*, 12(2):221-228.
- Wittwer, F., P. Gallardo, J. Reyes and H. Opitz. 1999. Bulk milk urea concentrations and their relationship whit cow fertility in grazing dairy herds in Southern Chile. *Prev. Vet. Med.*, 38:159-166.
- Wittwer, F., J. M. Reyes, H. Optiz, P. A. Contreras y T. M. Böhmwald. 1993. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. *Arch. Med. Vet.*, 22(2):165-172.
- Zhu, L. H., L. E. Armentano, D. R. Bremmer, R. R. Grummer and S. J. Bertics. 2000. Plasma concentration of urea, ammonia, glutamine around calving, and the relation of hepatic triglyceride, to plasma ammonia removal and blood acid-base balance. *J. Dairy Sci.*, 83:734-740

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical